



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**NÍVEIS DE PROTEÍNA NO CONCENTRADO DE VACAS MANTIDAS EM
PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA**

JÉSSYCA KAREN PINHEIRO

Zootecnista

AREIA - PB

FEVEREIRO - 2017

JÉSSYCA KAREN PINHEIRO

**NÍVEIS DE PROTEÍNA NO CONCENTRADO DE VACAS MANTIDAS EM
PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - Areia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, Área de concentração: Produção Animal.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto - UFPB

Profa. Dra. Lara Toledo Henriques - UFPB

Dr. Ricardo Dias Signoretti - APTA

AREIA - PB

FEVEREIRO - 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB

P654n Pinheiro, Jéssyca Karen.

Níveis de proteína no concentrado de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia / Jéssyca Karen Pinheiro. – Areia - PB: CCA/UFPB, 2017.

67 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Severino Gonzaga Neto.

1. Vacas – Parâmetros ruminais 2. Leite de vaca – Suplementação proteica 3. Alimentação de ruminantes – Capim Tanzânia I. Gonzaga Neto, Severino (Orientador) II. Título.

UFPB/BSAR

CDU: 636.2(043.3)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Níveis de proteína no concentrado de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia”

AUTORA: Jéssyca Karen Pinheiro

ORIENTADOR: Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto
Presidente
Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira
Examinadora
Instituto Federal da Paraíba

Prof. Dr. Safira Valença Bispo
Examinadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Areia, 23 de fevereiro de 2017



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 026103/13 do trabalho de pesquisa intitulado **"Teores e fontes de Proteína no concentrado de vacas mestiças em lactação mantidas em pasto de capim tanzânia"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 04 de dezembro de 2013.

Jaboticabal, 12 de dezembro de 2013.

Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Coordenadora - CEUA

*“Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa
e esperar resultados diferentes.”*

Albert Einstein

Aos meus pais, Janson e Risonete

Aos meus irmãos, James (in memorian), Jenifer e Jôvanna

A minha querida Tia Adênia

DEDICO

Aos meus amados sobrinhos, Theo e Heitor, por serem meu raio de luz!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido a graça da vida e por ser o meu refúgio e fortaleza em todos os momentos.

Aos meus pais (Janson e Risonete), irmãos (James “*in memorian*”, Jenifer e Jôvanna), sobrinhos (Theo e Heitor) e tia (Adênia), pelo imenso amor e dedicação, a quem depois de Deus, dedico todas as minhas conquistas.

Ao meu esposo Alexson, por todo amor, por toda compreensão, por suportar todo meu mau humor e estresse, por todas as palavras de apoio e por compartilhar e apoiar incondicionalmente meus sonhos e metas.

Ao meu orientador, Prof. Severino Gonzaga Neto, pela orientação, confiança e oportunidades proporcionadas.

A Profa. Lara Toledo Henriques, pela paciência, dedicação e ensinamentos, sobretudo pelo grande exemplo de pessoa e profissional.

Ao Dr. Ricardo Dias Signoretti, pela oportunidade de realização da pesquisa e por todo apoio oferecido.

Ao meu parceiro de experimento, Raimundo, pelo importante auxílio na realização deste trabalho e por todos os bons momentos.

Aos professores, Walter Pereira, Juliana Oliveira e Safira Valença, pelas importantes contribuições ao trabalho.

A Gildênia, Rubia e Fran por permaneceram presentes e compartilharem comigo esta fase tão importante.

Aos colegas do Grupo de Estudos e Ações em Bovinocultura (GEABOV), destaque Flávio, Gabriel, Jaqueline, Erick, Tonhá, Carla e Antônio.

Aos funcionários da Bovinocultura de Leite da APTA - Colina - SP, Marcelo, Marquinho, Verde, Edinho, Thaíse, Seu Milton e Seu João, pela adorável convivência, auxílio na execução do experimento e pelas hilárias horas de conversa e trabalho.

Aos funcionários do LAPROVA - APTA - Colina - SP, Dra. Regina Kitagawa e Toga Modesto, por todo o auxílio dispensado na realização das análises.

Aos amigos que fiz em Colina - SP, destaque Aline Pessim, Felipe, Verônica (“Brow”), Renan, Naiara, Leticia, Cleyse, Aline Moreira e Jaqueline.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa.

Enfim, a todos que direto ou indiretamente contribuíram para a concretização desta etapa.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

Resumo geral.....	1
Abstract	2

Referencial Teórico	3
----------------------------------	----------

Cap. I - Parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

Resumo	11
Abstract.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	14
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	31
Referências Bibliográficas.....	31

Cap. II - Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

Resumo	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	43
Conclusões.....	50
Referências Bibliográficas.....	50

LISTA DE TABELAS

Cap. I - Parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

Tabela 1. Condições climáticas observadas durante o período experimental	14
Tabela 2. Proporção dos ingredientes expressos kg/100 kg com base na matéria natural, teores de nutrientes e frações nitrogenadas do capim Tanzânia e dos suplementos.....	15
Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS) da dieta total, do capim Tanzânia, do suplemento, da fibra em detergente neutro (CFDN) do capim Tanzânia e o consumo de nutrientes totais da dieta em função dos níveis de PB no suplemento concentrado.....	21
Tabela 4. Valores médios do pH, nitrogênio amoniacal ruminal e ácidos graxos voláteis (AGV) em função dos níveis de PB no suplemento concentrado	22
Tabela 5. Fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), fração não degradável (i), degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca e proteína bruta para a taxa de passagem de 5% h ⁻¹ do capim Tanzânia.....	28

Cap. II - Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

Tabela 1. Condições climáticas observadas durante o período experimental	38
Tabela 2. Proporção dos ingredientes expressos kg/100 kg com base na matéria natural, teores de nutrientes e frações nitrogenadas do capim Tanzânia e dos suplementos.....	39
Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS) da dieta total, do capim Tanzânia, do suplemento, da fibra em detergente neutro (CFDN) do capim Tanzânia e o consumo de nutrientes totais da dieta em função dos níveis de PB no suplemento concentrado.....	44
Tabela 4. Produção e composição de leite em função dos níveis de PB no suplemento concentrado.....	46

LISTA DE FIGURAS

Cap. I - Parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

Figura 1. Valores médios do pH ruminal nos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas após o fornecimento do concentrado	23
Figura 2. Valores de nitrogênio amoniacal (mg d^{-1}) nos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas após o fornecimento do concentrado	25
Figura 3. Degradabilidade da matéria seca (DMS) do capim Tanzânia em função das dietas com níveis de PB no concentrado.	28
Figura 4. Degradabilidade da proteína bruta (DPB) do capim Tanzânia em função das dietas com níveis de PB no concentrado	30

Cap. II - Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

Figura 1. Nitrogênio ureico do leite (NUL) em função dos níveis de PB no suplemento	49
---	----

NÍVEIS DE PROTEÍNA NO CONCENTRADO DE VACAS MANTIDAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA

RESUMO GERAL

Objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito dos níveis de proteína no suplemento concentrado sobre os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia, os quais permitiram fazer inferências com o metabolismo ruminal das vacas em lactação. No primeiro estudo, foram utilizadas 4 vacas secas mestiças Holandês x Gir, fistuladas no rúmen, com peso corporal médio de 653 ± 47 kg, distribuídas em delineamento experimental quadrado latino 4x4. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de proteína bruta (PB) no concentrado (12,57; 14,63; 16,87 e 18,60% PB na matéria seca). A quantidade média de 5 kg de suplemento vaca dia⁻¹ foi estabelecida conforme a média do fornecimento diário determinado para o grupo de vacas em lactação. Essa oferta proporcional de concentrado aos animais fistulados permitiu simular o mesmo ambiente ruminal das vacas em lactação. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para as variáveis pH e ácidos graxos voláteis entre os animais recebendo as dietas com níveis de PB no concentrado. Houve efeito linear crescente ($P<0,05$) dos níveis de PB no concentrado sobre a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. A dieta com 12,57% PB no concentrado comparado as demais proporcionou o máximo de degradabilidade da matéria seca e proteína do capim Tanzânia. Os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem tropical não sofreram efeito das dietas com níveis de proteína no concentrado, com exceção da concentração de N-NH₃ ruminal que apresentou efeito crescente em função do acréscimo de compostos nitrogenados na dieta. No segundo estudo, foram utilizadas 12 vacas mestiças Holandês x Gir no terço inicial de lactação, com peso corporal médio de 533 ± 51 kg, distribuídas em delineamento experimental quadrado latino 4x4 triplo, as quais foram submetidas aos mesmos níveis de PB no concentrado do primeiro estudo. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os suplementos e a produção e composição do leite. Houve efeito linear crescente ($P<0,05$) dos níveis de PB no concentrado sobre o nitrogênio ureico do leite (NUL). As exigências de proteína metabolizável de vacas no terço inicial de lactação mantidas em pastagens tropicais produzindo em torno de 25 kg dia⁻¹ são atendidas pelo pasto e o concentrado com 12,57% PB.

Palavras-chave: Pastagens tropicais, suplementação proteica, parâmetros ruminais

PROTEIN LEVELS IN CONCENTRATE OF COWS MAINTAINED IN PASTURE OF CAPIM TANZANIA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of protein levels on the concentrate supplementation on the ruminal parameters of cows kept in Tanzania grass pasture, which allowed to make inferences with the ruminal metabolism of lactating cows. In the first study, 4 crossbred Holstein x Gir crossbred cows with mean body weight of 653 ± 47 kg were used, distributed in a 4x4 Latin square experimental design. The treatments consisted of four levels of crude protein (CP) in the concentrate (12,57; 14,63; 16,87 and 18,60% CP in the dry matter). The average amount of 5 kg cow supplement day⁻¹ was established according to the average daily supply determined for the group of lactating cows. This proportional supply of concentrate to the fistulated animals allowed to simulate the same rumen environment of lactating cows. There was no significant difference ($P>0,05$) for the pH and volatile fatty acids variables among the animals receiving the diets with CP levels in the concentrate. There was an increasing linear effect ($P<0,05$) of CP levels in the concentrate on the concentration of ruminal ammoniacal nitrogen. The diet with 12,57% CP in the concentrate compared to the others provided the maximum degradability of the dry matter and protein of Tanzania grass. The ruminal parameters of cows maintained in tropical pasture were not affected by diets with protein levels in the concentrate, except for the ruminal N-NH₃ concentration, which showed an increasing effect due to the increase of nitrogen compounds in the diet. In the second study, twelve crossbred Holstein x Gir cows were used in the initial third of lactation, with a mean body weight of 533 ± 51 kg, distributed in a triple 4x4 triple Latin experimental design, which were submitted to the same PB levels in the first concentrate study. There was no significant difference ($P>0,05$) between supplements and milk production and composition. There was an increasing linear effect ($P<0,05$) of CP levels in the concentrate on milk urea nitrogen (MUN). The metabolizable protein requirements of cows in the initial third of lactation kept in tropical pastures producing around 25 kg of day⁻¹ are attended by the pasture and concentrating with 12,57% CP.

Key words: Tropical pastures, protein supplementation, ruminal parameters

REFERENCIAL TEÓRICO

REFERENCIAL TEÓRICO

A produção de leite no Brasil, na sua grande maioria, é proveniente de sistemas que adotam a utilização de pastagens tropicais. Esses sistemas de produção apresentam grande potencial de crescimento, uma vez que o país possui características como extensão territorial, disponibilidade hídrica e regiões que apresentam condições edafoclimáticas favoráveis ao crescimento das forragens tropicais.

A elevada produção de leite por área a custo inferior é o fator mais atrativo para o sistema de produção de leite a pasto em relação ao sistema confinado. Esse fato deve-se em razão do pastejo ser o método mais barato de se fornecer alimentos volumosos aos ruminantes, o qual reduz os custos e propicia maior viabilidade econômica a atividade leiteira (SANTOS et al., 2003).

Os sistemas de produção utilizando gramíneas tropicais apresentam alto potencial de produção de matéria seca, podendo suportar altas taxas de lotação na ordem de 6 a 10 vacas ha^{-1} durante a estação chuvosa, possibilitando produções de leite superiores a 10.000 $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ (SANTOS et al., 2003).

No entanto, apesar da elevada capacidade de produção de matéria seca, as forragens tropicais são caracterizadas como de baixa qualidade, pois devido a elevada produção de biomassa a planta apresenta maior estrutura de parede celular para a sustentação do que, por exemplo, nas plantas de clima temperado, que apresentam menores produções por área (DANÉS, 2010).

Além disso, a maior incidência de radiação solar nos trópicos contribui para elevadas temperaturas, o qual é responsável em parte, pela maior complexidade das interações entre carboidratos e compostos fenólicos na parede celular vegetal das gramíneas tropicais (DETMANN; PAULINO; VALADARES FILHO, 2006). Logo, essas características associadas ao manejo inadequado contribuem para a redução da qualidade nutricional dos alimentos produzidos para ruminantes nos trópicos.

A intensificação de sistemas de produção de leite em pastagens exige fertilidade do solo adequada e a aplicação de técnicas de manejo no pastejo para otimizar a sua eficiência de utilização (VOLTOLINI, 2006).

A adoção de estratégias de manejo do solo e do pasto podem intensificar a produção e melhorar a qualidade da forragem. Dentre as estratégias de manejo destaca-se a adubação, a qual visa aumentar o potencial de produção de matéria seca das forragens tropicais, e consequentemente, garantir maiores taxas de lotação (DERESZ et al., 1994).

A adubação, principalmente a nitrogenada, é a principal prática de manejo do solo que incrementa a produção de matéria seca, eleva a qualidade da forragem e a capacidade de suporte da pastagem, resultando no aumento da produção de leite por área (SILVA et al., 2015).

Além disso, a introdução de práticas de manejo no pastejo como a utilização da correta taxa de lotação e período de descanso, permitem a colheita da planta no ponto fisiológico considerado ideal, e associado à uma adubação adequada, é possível que as forragens tropicais se apresentem como volumoso de alto valor nutritivo, muito próximos, inclusive, ao das plantas temperadas (DANÉS, 2010).

Entretanto, mesmo pastagens tropicais manejadas intensivamente são insuficientes em atender, de forma isolada, as exigências de vacas com produções acima de 10 a 15 kg de leite dia^{-1} (SANTOS et al., 2005). Dessa forma, a utilização da suplementação com concentrado é uma importante ferramenta para aumentar o desempenho das vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais por disponibilizar nutrientes na glândula mamária de forma mais rápida.

A suplementação com concentrado é utilizada com intuito de corrigir as deficiências de nutrientes dos animais em pastejo, sendo estas de ordem qualitativa e quantitativa. Assim, a utilização da suplementação auxilia no aumento da produtividade dos sistemas a pasto, devido ao impacto na produção individual, aumento da taxa de lotação, e consequente, aumento na produção de leite por área (SANTOS; JUCHEM, 2001).

Santos et al. (2003) revisando trabalhos sobre a utilização do suplemento em sistemas a pasto observou que vacas mantidas exclusivamente em pastagens tropicais sem suplementação apresentaram produção média de leite de 9,33 kg $\text{vaca}^{-1} \text{dia}^{-1}$, enquanto que, com o uso da suplementação, a produção média de leite foi de 13,80 kg $\text{vaca}^{-1} \text{dia}^{-1}$. Esses resultados mostram que existe aumento da produção individual de vacas em pastagens com o fornecimento de concentrado (VOLTOLINI, 2006).

No entanto, as respostas da suplementação com concentrado em sistemas de produção de leite no Brasil tem sido prejudicados por alguns fatores, dentre eles, o uso de vacas não especializadas para a produção de leite, com baixo potencial de resposta, as falhas de manejo do pasto e a tentativa de compensar via concentrado a falta de forragem tanto quantitativa quanto qualitativamente (SANTOS et al., 2003).

Assim, é comum nos sistemas de produção de leite no Brasil a utilização de concentrados contendo elevados teores de proteína bruta (PB). Essa proteína em excesso

na dieta de vacas leiteiras aumenta os custos com alimentação, uma vez que é o segundo nutriente mais limitante em dietas para ruminantes, além de ser considerado o ingrediente mais oneroso na formulação de dietas para vacas leiteiras (PINA et al., 2006).

Acrescido a isso, a proteína fornecida em excesso na dieta aumenta a demanda energética da vaca, uma vez que a eliminação da amônia pelos tecidos ocorre através da conversão em uréia no fígado, o qual utiliza 13,3 kcal de energia digestível para cada g de nitrogênio (N) excretado (BRODERICK, 2003). O excesso de proteína na dieta de vacas também pode gerar problemas de ordem ambiental, uma vez que contribui para o aumento da excreção de N no meio ambiente.

Logo, estudos visando o correto balanceamento proteico de dietas para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais são fundamentais para a otimização da nutrição em sistemas a pasto, visando a redução dos custos com alimentação, a poluição ambiental e a melhoria no desempenho das vacas.

Além de que, os modelos de predição de consumo foram desenvolvidos para animais em confinamento, e em condições distintas a realidade dos sistemas de produção de leite do Brasil, sendo necessários mais estudos acerca do teor ótimo de proteína em dietas para vacas leiteiras mantidas em pastagens de gramíneas tropicais manejadas intensivamente.

Voltolini et al. (2008) realizaram estudo avaliando três níveis de PB (17,3; 21,2 e 25% na MS) no concentrado para vacas leiteiras mantidas em pastagem de capim elefante com 12% PB e produção média de leite de 19,5 kg/dia, não encontraram nenhum efeito dos tratamentos sobre o consumo, a produção e o rendimento de sólidos totais no leite.

Pereira et al. (2009) avaliando três níveis de PB (15,2; 18,2 e 21,1% na MS) no concentrado para vacas leiteiras mantidas em pastagem de capim elefante com 13,9% de PB e média de produção de leite de 17,4 kg/dia, não verificaram diferenças no consumo de MS ou na produção de leite.

Oliveira et al. (2014) avaliando o desempenho de vacas leiteiras suplementadas com níveis de concentrado (0, 1, 3 e 5 kg/vaca/dia) e proteína bruta (14 e 18% PB na MS) mantidas em pastagem de capim Tanzânia com 13,43% PB e produção média de 12 kg/dia, verificaram diferenças no consumo de MS, mas não houve efeito sobre a produção e composição do leite.

Assim, evidencia-se a importância de estudos que tenham por objetivo a compreensão do metabolismo ruminal de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais, com intuito de explicar melhor os resultados obtidos, no que diz respeito ao consumo de nutrientes, produção e composição do leite.

As exigências proteicas dos ruminantes são atendidas pela proteína metabolizável (PM) que é atendida através dos aminoácidos que são absorvidos no intestino delgado. Essa proteína pode ser de origem microbiana, da fração não degradada no rúmen e da proteína endógena (VALADARES FILHO, 1997).

A proteína bruta contida nos alimentos dos ruminantes é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR). A degradação de proteínas no rúmen ocorre pela ação de enzimas secretadas pelos microrganismos ruminais. Esses microrganismos degradam a fração PDR da PB da ração em peptídeos, aminoácidos e amônia, para a síntese de proteína de origem microbiana e multiplicação celular (SANTOS; PEDROSA, 2011).

A amônia é a principal fonte de nitrogênio para síntese de proteína nos microrganismos ruminais. Dependendo da dieta, cerca de 60 a 90% do consumo diário de N pelo ruminante, e de 50 a 70% do N bacteriano pode ser derivado da amônia (PENGPENG; TAN, 2013).

Quando há excesso de PB na dieta ocorre o acúmulo de nitrogênio no rúmen na forma de amônia. Essas elevadas concentrações de amônia no fluido ruminal podem prejudicar a eficiência microbiana devido ao custo metabólico de síntese e excreção da uréia a partir do N em excesso, deixando de ser direcionado para a síntese de proteína de origem microbiana (RUSSEL et al., 1983; KOLVER et al., 1998).

Assim, a determinação da concentração de amônia ruminal permite avaliar o balanceamento da energia com a proteína da dieta. Altas concentrações de amônia estão associadas ao excesso de proteína degradada e/ou à baixa concentração de carboidratos rapidamente degradáveis na dieta (RIBEIRO et al., 2001).

Danés et al., (2013) avaliando os parâmetros ruminais de vacas recebendo três teores de PB (8,7; 13,4 e 18,1% na MS) no concentrado mantidas em pastagem adubadas de capim elefante com 18,5% de PB, pôde observar concentrações crescentes (9,41; 11,84 e 13,7 mg dL⁻¹, respectivamente) de N amoniacal a medida que aumentou o teor de PB no concentrado.

Satter & Slyter (1974) recomendam valores mínimos de 5 mg dL⁻¹ N amoniacal como sendo o ideal para maximizar a síntese microbiana. No entanto, concentrações de

N amoniacal maiores que 19 mg dL^{-1} ocasionam prejuízos na síntese de proteína de origem microbiana (SODER; GREGORINI, 2010).

A atividade proteolítica, a eficiência de síntese microbiana e a utilização de nitrogênio no rúmen podem ser sugeridas pela concentração de amônia no líquido ruminal, em que alta concentração indica pouca retenção de nitrogênio pelos ruminantes (LANA, 2005).

Nesse sentido, a suplementação energética para vacas mantidas em pastagens com alto teor de PB é importante, pois permite a ingestão de energia metabolizável necessária para melhorar o sincronismo entre a proteína e energia, gerando melhor utilização dos compostos nitrogenados disponíveis na forragem (BARGO et al., 2003).

Por outro lado, quando há excesso ou utilização ineficiente do nitrogênio dietético, ocorre o aumento das concentrações de uréia no plasma, o qual estimula sua absorção pela glândula mamária, influenciando em maiores teores de nitrogênio ureico do leite (NUL) (BRODERICK; HUHTANEN, 2007).

O NUL tem sido utilizado como uma ferramenta para o monitoramento do status proteico da dieta consumida pelas vacas. Esse indicador mostra a eficiência de utilização do nitrogênio presente na dieta de vacas leiteiras, possibilitando o ajuste do teor de PB da dieta, assim como a adequação da relação energia:proteína e da eficiência de uso de N (DANÉS, 2010).

Os intervalos de referência para NUL preconizados pela literatura variam de 8,5 a 16 mg dL^{-1} (JONKER et al., 1988).

Os valores de NUL são positiva e significativamente relacionados com os valores de nitrogênio ureico no plasma (NUP), uma vez que é por meio do sangue que a ureia sai do fígado para chegar aos rins. Devido a isso, tem-se observado que o NUL apresenta elevada correlação com a concentração de nitrogênio na urina e, portanto, também tem sido utilizado para estimativas de excreção de nitrogênio no ambiente (BRODERICK, HUHTANEN, 2007).

Portanto, o conhecimento do efeito da proteína dietética sobre o metabolismo ruminal de vacas mantidas em pastagens tropicais é fundamental para a adequação das dietas para vacas leiteiras, otimização do desempenho produtivo e redução do custo com alimentação, bem como as perdas energéticas e de compostos nitrogenados associados à digestão e ao metabolismo dos nutrientes (CABRAL et al., 2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARGO, F. et al. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.1-42, 2003.
- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1370 - 1381, 2003.
- BRODERICK, G.; HUHTANEN, P. Application of milk urea nitrogen values. In: **Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, 2007. Syracuse Proceedings... Syracuse, p. 185-193, 2007.
- CABRAL, L.S. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 777-781, 2005.
- CAMARGO, A.C. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13.,1996, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 221-242.
- DANÉS, M. A. C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante**. 117p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.
- DANÉS, M.A.C. et al. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.407 - 419, 2013.
- DERESZ, F. et al. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) para produção de leite. Simpósio brasileiro de forrageiras e pastagens, 1994, Campinas. **Anais ...** Campinas: CBNA, p.183-199, 1994.
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? uma abordagem conceitual. In: SIMCORTE – VI SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, DZO, 2006. p.21-52.
- JONKER J.S. et al. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.2681–2692, 1988.
- KOLVER, E.S. et al. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2017-2028, 1998.

- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005, 344p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 6. rev.ed. Washinton, D. C.: 1989. 157p.
- OLIVEIRA, A.G. **Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado e proteína bruta**. 48 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.
- PEREIRA, F.R. et al. Protein contents for lactating dairy cows grazing elephant grass. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.61, p.1139–1147, 2009.
- PENGPENG, W.; TAN, Z. Ammonia assimilation in rumen bacteria: a review. **Animal Biotechnology**, v. 24, p. 107-128, 2013.
- PINA, D.S. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.
- RIBEIRO, K.G. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- RUSSELL, J.B. et al. Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v. 66, p.763-771, 1983.
- SANTOS, F. A. P.; JUCHEM, S. O. Sistemas de produção de leite a base de forrageiras tropicais. In: FONTANELI, R.S.; DÜRR, J.W. **Sistemas de produção de leite**. Passo Fundo: UFPF, p. 22-36, 2001.
- SANTOS, F. A. P. et al. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346. SANTOS, F.A.P. et al. Utilização da suplementação com concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: Simpósio sobre bovinocultura leiteira, 5. 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.
- SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. IN: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 265-297, 2011.

- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, p. 199-208, 1974.
- SILVA, J.A. et al. Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. **PubVet**, v. 9, n. 3, p. 150-157, 2015.
- SODER, K.J.; GREGORINI, P. Relationship between supplemental protein and ruminal fermentation of an herbage diet. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.290-297, 2010.
- VALADARES FILHO, S.C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed). Simpósio internacional de digestibilidade em ruminantes, 1997, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: FAEPE, 1997, p.87 – 113.
- VOLTOLINI, T.V. **Adequação proteica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006. 167 p.
- VOLTOLINI, T.V. et al. Metabolizable protein supply according to the NRC (2001) for dairy cows grazing elephant grass. **Scientia Agricola**, v 65, p.130-138, 2008.

CAPITULO I

**Parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim
Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado**

**Parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia
suplementadas com níveis de proteína no concentrado**

Resumo: Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo e os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia sobre o efeito da dieta com níveis de PB no concentrado. Foram utilizadas quatro vacas secas mestiças Holandês x Gir, fistuladas no rúmen, com peso corporal médio inicial de 653 ± 47 kg, distribuídas em delineamento experimental quadrado latino 4x4. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de proteína bruta (PB) no concentrado (12,57; 14,63; 16,87 e 18,60% PB na matéria seca). A quantidade média de 5 kg de suplemento vaca dia⁻¹ foi estabelecida conforme a média do fornecimento diário determinado para o grupo de vacas em lactação. Essa oferta proporcional de concentrado aos animais fistulados permitiu simular o mesmo ambiente ruminal de vacas em lactação. O capim Tanzânia foi adubado e apresentou teor médio de PB de 19,3%. O consumo dos nutrientes do pasto e dos concentrados não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre os níveis de PB. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para as variáveis pH e ácidos graxos voláteis entre os animais recebendo as dietas com níveis de PB no concentrado. Houve efeito linear crescente ($P<0,05$) dos níveis de PB no concentrado sobre a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. A dieta com 12,57% PB no concentrado comparado as demais proporcionou o máximo de degradabilidade da matéria seca e proteína do capim Tanzânia. Os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem tropical não sofreram efeito das dietas com níveis de proteína no concentrado, com exceção da concentração de N-NH₃ ruminal que apresentou efeito crescente em função do acréscimo de compostos nitrogenados na dieta.

Palavras-chave: degradabilidade, nitrogênio amoniacal, pH ruminal

**Ruminal parameters of cows maintained on Tanzania grass pasture
supplemented with protein levels in the concentrate**

Abstract: The objective of this study was to evaluate the intake and ruminal parameters of cows maintained on Tanzania grass pasture on the effect of diet with CP levels in the concentrate. Four crossbred Holstein x Gir cows were used, with initial mean body weight of 653 ± 47 kg, distributed in a 4x4 Latin square experimental design. The treatments consisted of four levels of crude protein (CP) in the concentrate (12,57; 14,63; 16,87 and 18,60% CP in the dry matter). The average amount of 5 kg cow supplement day⁻¹ was established according to the average daily supply determined for the group of lactating cows. This proportional supply of concentrate to the fistulated animals allowed to simulate the same rumen environment of lactating cows. Tanzania grass was fertilized and had a mean CP content of 19,3%. The nutrient intake of pasture and concentrate did not show a significant difference ($P>0,05$) between CP levels. There was no significant difference ($P>0,05$) for the pH and volatile fatty acids variables among the animals receiving the diets with PB levels in the concentrate. There was an increasing linear effect ($P<0,05$) of CP levels in the concentrate on the concentration of ruminal ammoniacal nitrogen. The diet with 12,57% CP in the concentrate compared to the others provided the maximum degradability of the dry matter and protein of Tanzania grass. The ruminal parameters of cows maintained in tropical pasture were not affected by diets with protein levels in the concentrate, except for the ruminal N-NH₃ concentration, which showed an increasing effect due to the increase of nitrogen compounds in the diet.

Key words: degradability, ammoniacal nitrogen, ruminal pH

INTRODUÇÃO

A exploração de bovinos leiteiros no Brasil baseia-se na utilização de sistemas produtivos formados, em sua grande maioria, por forrageiras tropicais. Esses sistemas de produção apresentam como vantagens o grande potencial para elevadas produções de leite por área, menor investimento em instalações e baixo custo de produção (SANTOS et al. 2011).

As pastagens tropicais possuem grande potencial de produção de forragem quando adubadas de forma correta e colhidas no ponto fisiológico ideal apresentando alto valor nutricional (DANÉS, 2010). Contudo, o manejo inadequado tradicionalmente aplicado aos sistemas que utilizam pastagens tropicais, tem contribuído para a formação de um conceito incorreto de que forragens tropicais apresentam baixo valor nutritivo (SANTOS et al., 2011).

Devido a isso, é comum nos sistemas de produção de leite no Brasil a utilização de concentrados contendo 17% a 25% ou mais de proteína bruta (PB). Em consequência disso, há possibilidade de que ocorra excesso de proteína na dieta para vacas mantidas em pastagens tropicais manejadas intensivamente (NRC, 2001).

A proteína é um nutriente de alto impacto nos sistemas de produção de leite. Dessa forma, dietas com excesso desse nutriente aumentam o custo de produção, uma vez que a proteína é um nutriente oneroso na formulação das dietas, bem como afeta o desempenho produtivo, pois propicia um alto custo energético para o animal. Além disso, o excesso de proteína pode gerar problemas de ordem ambiental, já que aumenta a excreção de N no meio ambiente (BRODERICK, 2003).

Logo, estudos visando a adequação proteica da dieta de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais são fundamentais para a otimização da nutrição em sistemas a pasto, visando a redução dos custos com alimentação, a poluição ambiental e a melhoria no desempenho das vacas.

Os estudos sobre qual o teor ótimo de proteína em dietas para vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais manejadas intensivamente, apresentam apenas dados de consumo e desempenho animal. Devido a isso, fica evidente a importância da compreensão e esclarecimento dos efeitos dos teores de proteína dietética sobre o metabolismo ruminal de vacas leiteiras, a fim de explicar os resultados obtidos, no que diz respeito ao consumo de nutrientes e desempenho animal.

Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar o consumo e os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia sobre o efeito da dieta com níveis de PB no concentrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura Leiteira e Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal e Vegetal (LAPROVA) pertencentes ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo (latitude de 20°43'05"S; longitude 48°32'38"W).

As condições climáticas do local no período que foi realizado o experimento estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Condições climáticas observadas durante o período experimental

		Mar/2015	Abr/2015	Mai/2015	Jun/2015
Temperatura (°C)	Média	24,93	23,41	20,24	20,64
	Máxima	30,85	29,70	26,41	27,76
	Mínima	19,00	17,13	14,07	13,52
Precipitação (mm)		68,4	97,1	67,0	7,9
Dias de chuva		2	6	9	2

Fonte: CIIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas

O período experimental teve duração de 84 dias, dividido em quatro períodos de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta. Durante esse período foi realizado um ensaio preliminar para avaliar os parâmetros ruminais sobre o efeito da dieta com suplemento contendo níveis de PB, os quais permitiram fazer inferências com o metabolismo ruminal de vacas em lactação.

Foram utilizadas quatro vacas secas e vazias, mestiças Holandês x Gir provenientes do rebanho leiteiro do Pólo Regional da Alta Mogiana, fistuladas no rúmen, com peso corporal médio inicial de 653 ± 47 kg, distribuídas em delineamento experimental quadrado latino 4x4.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de proteína bruta no suplemento concentrado (12,57; 14,63; 16,87 e 18,60% PB na MS), utilizando como ingredientes o milho moído, farelo de soja e sal mineral (Tabela 2).

Os suplementos proteicos foram formulados e balanceados de acordo com NRC (2001) para atender as exigências de vacas em lactação, não gestantes, com 500kg de

peso corporal e produção de 25 kg leite dia⁻¹ com 3,5% de gordura. Esse suplemento fornecido aos animais fistulados possibilitou fazer inferências entre os parâmetros ruminais sobre o efeito da dieta com suplemento contendo níveis de PB e o metabolismo das vacas em lactação, bem como as respostas de produção e composição do leite.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes expressos kg/100 kg com base na matéria natural, teores de nutrientes e frações nitrogenadas do capim Tanzânia e dos suplementos

Ingrediente	Nível de PB no concentrado				Capim Tanzânia
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%	
Milho moído	87,6	82,4	77,4	72,4	-
Farelo de soja	8,4	13,6	18,6	23,5	-
Sal mineral ¹	4,0	4,0	4,0	4,0	-
Teores de nutrientes (g/kg)					
MS	884,8	885,8	887,2	889,2	239,6
MM	90,7	95,2	95,9	99,4	86,4
PB	125,7	146,3	168,7	186,0	193,0
PDR	86,7	110,4	130,3	149,8	138,6
EE	81,1	79,4	74,8	73,0	35,1
FDNcp	98,0	95,8	98,9	112,2	541,9
FDNi	24,2	23,0	24,1	27,9	133,4
FDA	36,6	41,1	43,0	47,0	319,3
CHOT	702,4	679,1	660,5	641,1	685,4
CNF	604,4	583,3	561,7	529,0	143,5
LIGN	21,4	21,6	22,3	27,5	35,0
NDT	617,1	672,3	748,5	584,9	698,7*
Fracionamento dos compostos nitrogenados (%NT)					
A	26,42	27,34	28,14	30,37	43,78
B1+ B2	59,66	52,20	55,15	51,70	22,28
B3	8,85	12,81	9,58	10,14	29,47
C	5,07	7,65	7,14	7,80	4,47

¹Composição da mistura mineral (níveis de garantia): Cálcio (190 g/kg); Fósforo (60 g/kg); Enxofre (20 g/kg); Magnésio (20 g/kg); Potássio (35 g/kg); Sódio (70 g/kg); Cobalto (15 mg/kg); Cobre (700 mg/kg); Iodo (40 mg/kg); Manganês (1600 mg/kg); Selênio (19 mg/kg); Zinco (2500 mg/kg); Flúor (600 mg/kg) e Ferro (700 mg/kg); ²MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; PDR: proteína degradável no rúmen; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; LIGN: lignina; NDT: nutrientes digestíveis totais; NT: nitrogênio total; *NDT estimado através de fórmula do NRC (2001).

A suplementação das vacas fistuladas foi estabelecida conforme o fornecimento diário determinado para quatro grupos de vacas em lactação recebendo os mesmos

níveis de PB no concentrado (12,57; 14,63; 16,87 e 18,60% PB na MS), o qual resultou em uma média de fornecimento de 5 kg por vaca dia⁻¹ de suplemento com base na MS. Essa oferta proporcional de concentrado aos animais fistulados permitiu simular um ambiente ruminal equivalente das vacas em lactação.

A quantidade de suplemento fornecido aos grupos de vacas em lactação seguiu a relação de 1 kg concentrado na matéria natural para cada 2,5 kg de leite produzidos por dia, além dos 10 kg leite dia⁻¹ que o pasto pôde suportar, seguindo recomendação da EMBRAPA (2016). Essa recomendação foi estabelecida em razão das vacas estarem no terço inicial da lactação, uma vez que nessa fase os animais precisam consumir uma dieta que permita maior ingestão de nutrientes.

O fornecimento do concentrado foi realizado individualmente em baias cobertas, providas de cocho e bebedouro, com área de 12,5 m², a partir do fracionamento em duas porções de mesmo peso, as quais foram ofertadas às 7h e 16h.

Os animais fistulados foram mantidos em área experimental em mesmo lote de pastejo do grupo de vacas em lactação. Essa área era composta de 24 piquetes não irrigados de 0,175 ha formados com capim Tanzânia (*Panicum maximum*), manejados em sistema de pastejo intermitente, os quais foram adubados durante todo o período experimental.

A adubação nitrogenada foi realizada durante todo o ciclo de pastejo, após a saída dos animais dos piquetes. Foram utilizados 50 kg de N ha⁻¹ ciclo de pastejo, visando permitir uma lotação de 8 a 10 UA ha⁻¹ durante o período experimental. A adubação com outros nutrientes foi feita em função da análise de solo conforme proposto por Werner et al. (1997).

O período médio de ocupação de cada um dos 24 piquetes foi de 1 dia, de forma que o acesso dos animais ao piquete ocorreu quando o dossel forrageiro atingiu 95% de interceptação luminosa (SILVA, 2009), o que equivale a 70 cm de altura de entrada para o capim Tanzânia. Todos os animais experimentais pastejaram a mesma área em grupo único, e animais extras do rebanho realizaram o pastejo de repasse para manter resíduo pós - pastejo ao redor de 30 cm, quando necessário, para manter a uniformização do crescimento das plantas.

Para estimativa do valor nutritivo da forragem, foram coletadas amostras do capim no momento da entrada nos piquetes, durante o período de coleta, pelo método de simulação do pastejo. Esse método consiste na coleta manual da forragem após prévia

observação do hábito de pastejo dos animais, sendo realizado sempre pelos mesmos observadores conforme descrito por Johnson (1978).

As amostras do pastejo simulado foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas para secagem e, assim como as amostras dos ingredientes e dos suplementos concentrados fornecidos, foram armazenadas para posteriores análises.

O óxido de cromo (Cr_2O_3) foi utilizado como marcador externo para determinação da produção total de fezes para estimativa de consumo de forragem. Durante 10 dias, foram administrados via fistula ruminal 10 g de óxido de cromo, divididos em dois fornecimentos, às 7 e 16 horas, entre 9° até 18° dia do período de coleta.

As coletas de fezes foram realizadas por defecação espontânea ou diretamente na ampola retal duas vezes ao dia, entre 15° até 18° dia do período de coleta. As amostras de fezes foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas e, posteriormente, processadas em moinho com peneiras de porosidade 1 mm, onde foi feita uma composta por animal por período para posteriores análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e concentração de cromo nas fezes.

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) do pasto foi realizada conforme Saliba & Cavalcanti (2013), a partir da produção de matéria seca fecal, determinada por meio do marcador externo óxido de cromo, e dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), determinada com o uso do marcador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

Para determinação da FDNi, 0,5 g de amostras dos ingredientes, dos suplementos concentrados, capim Tanzânia e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido - 100 g/m²), confeccionados com as dimensões 5x5 cm. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS/cm² (NOCEK, 1997), e incubadas no rúmen, em duplicata, por 240 horas, conforme método descrito por Casali et al. (2008). Após esse período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente até o total clareamento e, posteriormente, submetidos à secagem em estufa de circulação forçada. Após este procedimento, os sacos foram submetidos à solução de detergente neutro conforme método de Van Soest et al. (1991) para determinação da FDNi.

As coletas de líquido ruminal foram realizadas em tronco de contenção antes do fornecimento do suplemento concentrado e após 2, 4 e 6 horas para avaliação do pH, concentração do nitrogênio amoniacal ruminal (NAR) e ácidos graxos voláteis (AGV).

As amostras foram coletadas manualmente na interface líquido-sólido do ambiente ruminal, filtradas em camada tripla de gaze e submetidas à avaliação do pH por intermédio de potenciômetro digital. Em seguida, foi separado duas alíquotas de 50 mL, para as análises do NAR e dos principais ácidos graxos voláteis (AGV). As alíquotas foram armazenadas, respectivamente, em recipientes contendo 1 mL de H₂SO₄ (1 N) para a determinação do NAR, e em recipiente para a análise dos ácidos graxos voláteis. Após coleta, as amostras foram homogeneizadas e congeladas a -20°C.

A quantificação da degradabilidade da matéria seca (DMS) e da proteína bruta (DPB) ocorreu por procedimento de incubação *in situ* com amostras do pasto processadas em moinho de facas (2 mm). Essas amostras foram acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) com dimensões de 12x20 cm, respeitando-se a proporção de 20 mg de MS/cm² de superfície.

As amostras do capim Tanzânia foram incubadas em quatro vacas fistuladas no rúmen durante quatro períodos experimentais, com intuito de avaliar a degradabilidade da MS e PB em função da dieta contendo níveis de PB no concentrado.

Os tempos de permanência das amostras no rúmen para determinação do desaparecimento da MS e PB foram: 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas, enquanto que no tempo 0, os sacos foram apenas imersos em água para simular o desaparecimento da fração solúvel. Os sacos foram inseridos no rúmen gradativamente, em cada intervalo de tempo, e a retirada foi de todo o conjunto de sacos (NOCEK, 1997). Após a retirada do rúmen, os sacos foram colocados em água gelada para que ocorresse a paralisação microbiana, lavados com água corrente até total clareamento e transferidos para estufa de ventilação forçada (60°C), onde foram mantidos por 72 horas. Sequencialmente, foram secos em estufa (105°C por 45 minutos), acondicionados em dessecador (20 sacos/dessecador) e pesados (DETMANN et al., 2001) para obtenção da MS não digerida (MSi).

As amostras do resíduo pós-incubação do capim Tanzânia foram reunidos em uma única amostra por horário e armazenadas para posterior análise dos teores de proteína bruta (PB).

Os dados obtidos sobre o desaparecimento da MS e PB nos diferentes tempos de incubação foram ajustados ao modelo descrito por Ørskov & McDonald (1979),

expresso por: $DP = a + b * (1 - \exp^{(-ct)})$, em que: DP = degradabilidade potencial estimada (%); a = fração solúvel (%); b = fração potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração potencialmente degradável b (%/hora); t = tempo de incubação no rúmen (horas); e $DE = a + [(b \times c)/(c + k1)]$, em que: DE = degradabilidade efetiva (%); a = fração solúvel (%); b = fração potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração potencialmente degradável b (%/hora); k1 (%/hora) = taxa de passagem ruminal.

As amostras do capim Tanzânia, dos concentrados, dos ingredientes e das fezes foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com Silva & Queiroz (2002).

As avaliações quanto às concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas de acordo com métodos de Robertson & Van Soest (1981) e Van Soest et al. (1991), através do acondicionamento de amostras do capim Tanzânia, dos concentrados, dos ingredientes e das fezes em sacos de tecido não - tecido (TNT - 100 g/m²) com dimensões de 5x5 cm, respeitando-se a proporção de 20 mg MS/cm² de superfície.

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados segundo Licitra et al. (1996), e a lignina em ácido sulfúrico a 72%, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002).

Os teores de carboidratos totais (CHO), $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, e de carboidratos não fibrosos (CNF), $CNF = 100 - \%MM - \%EE - \%FDN_{cp} - \%PB$, foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) e Detmann et al. (2012), respectivamente.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT), $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + (EED \times 2,25)$, em que: PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; EED = extrato etéreo digestível, foram calculados segundo Weiss (1999), em que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca foram determinados com o uso do FDNi.

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com Licitra et al. (1996).

A determinação do cromo nas fezes foi realizada segundo Detmann et al. (2012).

A estimativa da concentração de N-NH₃ foi realizada por reação colorimétrica catalisada por indofenol seguindo métodos de Chaney & Marbach (1962).

As análises dos AGV foram realizadas por meio de cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC).

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamento em efeitos de ordem linear e quadrática.

Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio de programa SAS (Statistical Analysis System) adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade do erro tipo I, de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + L_i + C_j + T_k + P_m + Q_k + A(Q)l + \varepsilon_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = é a observação geral relativa ao k-ésimo tratamento, i-ésima linha, j-ésima coluna; q-ésimo quadrado latino; l-ésimo animal dentro de quadrado latino; e m-ésimo período; μ = média geral; L_i = é o efeito da linha (i), $i = 1, 2, 3, 4$; C_j = é o efeito da coluna (j), $j = 1, 2, 3, 4$; T_k = é o efeito do nível de PB (k), $k = 1, 2, 3, 4$; P_m = efeito do período (m), $m = 1, 2, 3, 4$; Q_k = efeito do quadrado latino (q), $q = 1, 2, 3, 4$; $A(Q)l$ = efeito do animal (l) dentro de cada quadrado latino, $l = 1, 2, 3, 4$; ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS) da dieta total, do capim Tanzânia, do suplemento, da fibra em detergente neutro (CFDN) do capim Tanzânia e o consumo de nutrientes totais não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de PB no suplemento concentrado (Tabela 3). Essa resposta indica que a associação entre o capim e o suplemento com níveis de PB não proporcionaram aumento no CMS total.

Segundo Dórea & Santos (2014), bovinos em regime de pastejo apresentam aumento do CMS total quando suplementados com concentrado. Isso deve-se a potencialização da digestibilidade da matéria orgânica, uma vez que o maior aporte de nutrientes fornecido pelo suplemento proporciona maior crescimento microbiano, o qual influi no aumento da taxa de degradação dos nutrientes, bem como melhoria no consumo de matéria seca total.

No entanto, os dados de consumo indicam que a suplementação com compostos nitrogenados não influenciou o CMS total das vacas fistuladas, provavelmente pela alta ingestão de concentrado.

Quando há desbalanço entre os carboidratos e a proteína da dieta, o sincronismo entre N e energia no rúmen é comprometido. Assim, é possível que a redução da relação CNF:PB em função do incremento de compostos nitrogenados na dieta, observado

nesse estudo, prejudicou o crescimento microbiano restringindo o consumo de matéria seca, em virtude da redução da taxa de passagem no rúmen.

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS) da dieta total, do capim Tanzânia, do suplemento, da fibra em detergente neutro (CFDN) do capim Tanzânia e o consumo de nutrientes totais da dieta em função dos níveis de PB no suplemento concentrado

	Nível de PB no concentrado				EPM ¹	Valor <i>p</i> Trat.
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%		
CMS total						
kg d ⁻¹	9,57	10,29	9,76	10,37	0,129	0,7369 ^{ns}
g kg ^{0,75}	72,65	76,57	72,81	77,02	1,117	0,6984 ^{ns}
% PC ²	1,43	1,50	1,42	1,50	0,021	0,9176 ^{ns}
CMS capim						
kg d ⁻¹	4,79	5,37	4,60	5,41	0,205	0,6000 ^{ns}
g kg ^{0,75}	36,04	39,66	34,32	40,00	1,497	0,9280 ^{ns}
% PC ²	0,71	0,77	0,67	0,78	0,029	0,9189 ^{ns}
CFDN capim						
kg d ⁻¹	3,03	3,40	2,91	3,42	0,130	0,8811 ^{ns}
% PC ²	0,45	0,49	0,42	0,49	0,017	0,9083 ^{ns}
CMS suplemento						
kg d ⁻¹	4,79	4,92	5,17	4,96	2,82	0,9228 ^{ns}
g kg ^{0,75}	36,61	36,46	38,76	37,15	2,83	0,9522 ^{ns}
% PC ²	0,72	0,71	0,76	0,73	4,34	0,9525 ^{ns}
Consumo de nutrientes totais						
CMO (kg d ⁻¹)	8,72	9,35	8,87	9,42	0,174	0,7450 ^{ns}
CPB (kg d ⁻¹)	1,53	1,76	1,87	1,97	0,092	0,1415 ^{ns}
CEE (kg d ⁻¹)	0,56	0,58	0,55	0,55	0,007	0,9156 ^{ns}
CFDN (kg d ⁻¹)	3,60	3,99	3,55	4,10	0,139	0,5341 ^{ns}
CFDNi (kg d ⁻¹)	0,75	0,83	0,74	0,83	0,025	0,6509 ^{ns}
CCHOT (kg d ⁻¹)	6,64	7,02	6,56	6,89	0,106	0,8352 ^{ns}
CCNF (kg d ⁻¹)	3,58	3,64	3,43	3,40	0,057	0,8652 ^{ns}
CNDT (kg d ⁻¹)	5,91	6,92	7,31	6,06	0,337	0,8322 ^{ns}
Relação V : C	50:50	52:48	47:53	52:48	-	-
% PB dieta	15,94	17,07	18,02	18,99	-	-
% CNF dieta	37,38	35,35	35,15	32,77	-	-
Relação CNF : PB	2,34	2,07	1,83	1,73	-	-

¹Erro padrão da média; ²Peso corporal; CMS = consumo de matéria seca, CMO = consumo de matéria orgânica, CPB = consumo de proteína bruta, CEE = consumo de extrato etéreo, CFDN= consumo de fibra em detergente neutro, CFDNi= consumo de fibra em detergente neutro indigestível, CCHOT = consumo de carboidratos totais (CHOT), CCNF = consumo de carboidratos não-fibrosos (CNF), CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Não houve diferença significativa para a variável pH entre os animais recebendo os diferentes níveis de PB no suplemento concentrado ($P=0,3788$) (Tabela 4), nem interação nível de PB x horário de coleta ($P=0,8986$). Esse efeito pode ser explicado, uma vez que as vacas foram mantidas em regime de pastejo onde não houve restrição de consumo de forragem.

Tabela 4. Valores médios do pH, nitrogênio amoniacal ruminal e ácidos graxos voláteis (AGV) em função dos níveis de PB no suplemento concentrado

	Teor de PB no concentrado				EPM ¹	Valor <i>p</i> Trat.
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%		
pH	6,21	6,21	6,12	6,32	0,042	0,3788 ^{ns}
N amoniacal (mg dL ⁻¹)	12,14	16,61	17,94	18,19	1,388	<0,0001 ²
Acetato (mmol mL ⁻¹)	34,56	34,96	36,61	37,77	0,747	0,5573 ^{ns}
Propionato (mmol mL ⁻¹)	9,71	8,56	9,31	8,27	0,332	0,5661 ^{ns}
Butirato (mmol mL ⁻¹)	6,72	7,12	7,29	7,37	0,145	0,7853 ^{ns}
Acetato:Propionato	3,56	4,09	3,93	4,57	0,209	0,0938 ^{ns}

¹Erro padrão da média; ²Equação de regressão: $y = 0,9749x + 1,5973$ e $R^2 = 0,8028$;

As forragens são a principal fonte de fibra para vacas mantidas a pasto, por demandarem quantidades mínimas diárias de consumo de fibra para estimular a atividade mastigatória, bem como manter o fluxo de saliva, e assim, um pH ruminal favorável ao desenvolvimento dos microrganismos (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011). Além disso, vacas mantidas em regime de pastejo possuem oferta de forragem na forma de planta inteira, a qual propicia nível de FDN efetivo adequado para manter o pH acima de 6,0.

O valor médio do pH ruminal observado nesse estudo foi 6,22, ficando acima do valor sugerido por Van Soest (1994) para que não haja efeito depressivo do pH sobre a digestão da fibra. Esse valor ficou próximo da média observada em alguns estudos com vacas mantidas em pastagens tropicais suplementadas com níveis de PB (AGLE et al., 2010; MOTA et al., 2010; DANÉS et al., 2013).

Com base nos dados de pH do fluido ruminal, é possível inferir que vacas em lactação mantidas no mesmo regime de pastejo e recebendo quantidades proporcionais de suplemento das vacas fistuladas, não apresentariam depreciação do teor de gordura do leite, uma vez que o teor médio de 63,23% FDN fornecido pelo capim é adequado para manutenção do pH ruminal favorável a atividade das bactérias celulolíticas que

degradam, principalmente, carboidratos fibrosos produzindo ácido acético, precursor da gordura do leite (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011).

O horário de coleta apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$), quando avaliado isoladamente, a partir das 2 horas após o oferta do concentrado (Figura 1).

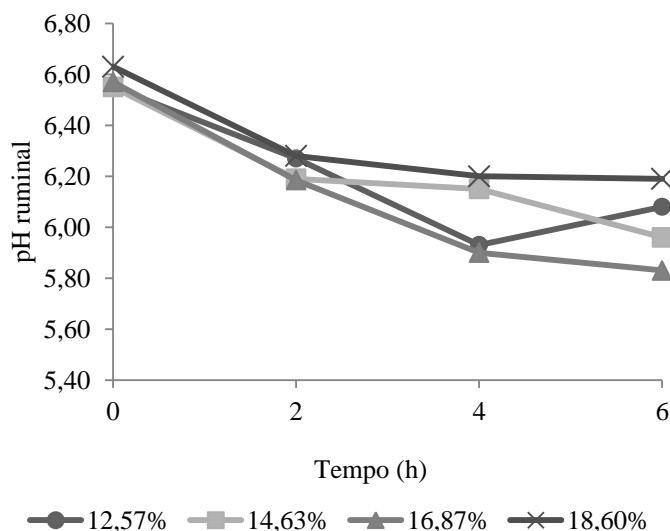


Figura 1. Valores médios do pH ruminal nos tempos de coleta 0, 2, 4, e 6 horas após o fornecimento do suplemento

Variações nos valores de pH são reflexos das atividades metabólicas do rúmen ao longo do dia resultantes da ingestão de MS e das taxas de digestão dos carboidratos da dieta (CHAPAVAL et al., 2008).

A concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) em função dos níveis de PB no suplemento. Esse efeito se deve ao aumento do consumo de PB em função dos suplementos proteicos.

Além do consumo crescente de PB em função dos suplementos, o ingrediente proteico utilizado na formulação do concentrado foi o farelo de soja, o qual é rico em proteína degradável no rúmen (PDR).

A proteína bruta contida nos alimentos dos ruminantes é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) que pode ser formada por nitrogênio não-proteico (NNP) ou nitrogênio proveniente da proteína verdadeira. Essa fração PDR da PB da dieta é degradada pelos microrganismos em peptídeos, aminoácidos e amônia, para a síntese de proteína microbiana e multiplicação celular (SANTOS; PEDROSA, 2011).

Contudo, quando a PDR dietética excede a quantidade requerida pelos microrganismos ruminais, ocorre o acúmulo de nitrogênio no rúmen na forma de amônia (BACH; CALSAMIGLIA; STERN, 2005). Esse comportamento pôde ser observado neste estudo, uma vez que o aumento da concentração de compostos nitrogenados na dieta das vacas provocou incremento do N-NH_3 no fluido ruminal.

Danés et al., (2013) avaliando os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim elefante com 18,5% de PB suplementadas com três teores de PB (8,7; 13,4 e 18,1% na MS) no concentrado, observaram, tal qual esse estudo, concentrações crescentes (9,41; 11,84 e 13,7 mg dL^{-1} , respectivamente) de nitrogênio amoniacal a medida que aumentou o teor de PB no concentrado.

Os valores da concentração de N-NH_3 observados no presente estudo foram maiores para os níveis 14, 16 e 18% PB no suplemento (16,61; 17,94 e 18,19 mg dL^{-1} , respectivamente) em comparação ao nível 12% PB (12,14 mg dL^{-1}), indicando que devido o maior fornecimento de compostos nitrogenados na dieta, bem como a ausência de dreno do excesso de N ruminal para síntese de proteína microbiana e/ou absorção ruminal, houve incremento nas concentrações N-NH_3 .

A utilização do excesso de N no rúmen pelos microrganismos ruminais para a síntese de proteína microbiana só é possível, quando há disponibilidade de fontes de carboidratos de degradação rápida na dieta capazes de fornecer esqueletos de carbono que estimulem o sincronismo com o N excedente no rúmen (COSTA et al., 2015).

As médias de concentração de N-NH_3 observadas nesse estudo estiveram acima de 5 mg dL^{-1} sugerido, conforme Satter & Slyter (1974), como ideal para maximizar a síntese de proteína microbiana. Além disso, os valores obtidos também estão abaixo do limite máximo de 23 mg dL^{-1} N-NH_3 recomendados para que a fermentação no rúmen seja potencializada sem que ocorra redução da síntese de proteína microbiana (MEHREZ; ØRSKOV; McDONALD, 1977).

No presente estudo, a síntese de proteína microbiana e a eficiência de síntese microbiana para os níveis de 12, 14, 16 e 18% PB foram de 991,26; 958,29; 938,01; 566,62 g dia^{-1} e 173,81; 157,87; 120,63; 102,12 g dia^{-1} , respectivamente. Logo, verifica-se que o menor nível de compostos nitrogenados na dieta em comparação com os demais resultou em maior eficiência de uso de N para síntese de proteína microbiana. Isso pode ser explicado, uma vez que o incremento de compostos nitrogenados na dieta reduziu a relação CNF:PB, o qual prejudicou o sincronismo entre as fontes de N e energia no rúmen para o crescimento microbiano.

O excesso de PDR ou deficiência de energia na dieta de vacas em lactação recebendo níveis de PB no concentrado pode contribuir para o aumento nas concentrações de nitrogênio ureico do leite (NUL), uma vez que N-NH_3 excedente no fluido ruminal é transportado para o fígado onde é convertido em ureia. Esse nitrogênio ureico no plasma (NUP) em excesso, mantém equilíbrio com o NUL por difusão na glândula mamária, o qual contribui para maiores concentrações de nitrogênio ureico no leite (PERES, 2001).

O excesso de compostos nitrogenados em relação à disponibilidade de energia além aumentar a excreção de N no ambiente através da urina, leite e fezes, também proporciona efeitos negativos sobre o metabolismo animal. Estes incluem a deficiência de ATP no metabolismo hepático devido à utilização excessiva do ciclo da ureia, bem como aumento da produção de calor corporal, influenciando de forma negativa no desempenho animal (DETMANN et al., 2014).

Não houve diferença na concentração de N-NH_3 na interação entre o nível de PB x horário de coleta ($P=0,1623$). Contudo, o horário de coleta apresentou efeito linear ($P<0,05$), quando avaliado isoladamente, apresentando pico na concentração de N-NH_3 entre as 2 e as 4 horas após o fornecimento do concentrado (Figura 2).

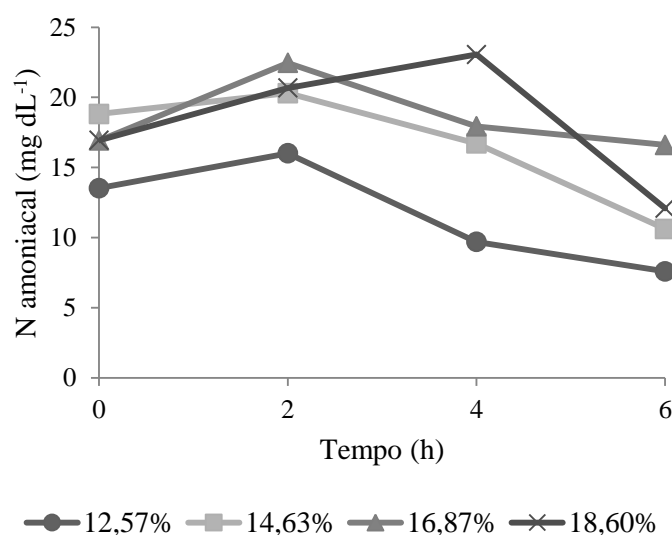


Figura 2. Valores de nitrogênio amoniacal (mg dL^{-1}) nos tempos de coleta 0, 2, 4 e 6 horas após o fornecimento do suplemento

As concentrações de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e a relação acetato:propionato não diferiram entre os níveis de PB no suplemento ($P>0,05$)

(Tabela 4). Essa resposta indica que não houve efeito do acréscimo de compostos nitrogenados na dieta sobre a degradação ruminal dos alimentos. Por consequência, a relação acetato:propionato também não sofreu efeito do aumento de PB na dieta.

As concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV) no fluido ruminal varia em função da proporção de carboidratos na dieta, de modo que a relação acetato:propionato tende a reduzir à medida que os níveis de celulose e hemicelulose da dieta diminuem em relação aos carboidratos solúveis e amido (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011).

No presente estudo, a alta ingestão de suplemento concentrado das vacas fistuladas proporcionou dietas com uma relação volumoso:concentrado de 50:50, o qual influenciou na redução da relação acetato:propionato. Logo, à medida que a proporção de volumoso para concentrado diminui, a razão de acetato para propionato tende a reduzir.

As concentrações médias do ácido acético, propiônico e butírico em função dos níveis de compostos nitrogenados no suplemento foram 35,98, 8,96 e 7,03 mmol mL⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Esses valores ficaram próximos as concentrações de 38,45, 14,3 e 6,43 mmol mL⁻¹, respectivamente, observados por Soares et al. (2009) avaliando o efeito da suplementação com dois níveis concentrado (2 e 4 kg/vaca/dia na MS) sobre as variáveis ruminais de vacas recebendo capim elefante.

Mota et al. (2010) avaliando os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem de capim Coastcross suplementadas com baixo e alto nível de concentrado (2,7 e 5,4 kg vaca dia⁻¹ na MS) na dieta, observaram, tal qual esse estudo, concentrações de ácido acético, butírico e propiônico de 37,28; 7,65 e 4,62 mmol mL⁻¹, respectivamente.

A fração solúvel (*a*) da matéria seca representa os carboidratos e proteínas que possuem elevada disponibilidade para os microrganismos ruminais. No presente estudo, a fração *a* da MS do capim Tanzânia variou de 10,14 a 14,21% (Tabela 5), corroborando com os dados da fração solúvel observados por Simili et al. (2014) avaliando o efeito da suplementação concentrada sobre a degradabilidade *in situ* do capim Tanzânia de vacas sob regime de pastejo.

O capim Tanzânia apresentou, respectivamente, valores da fração potencialmente degradável (*b*) e taxa de degradação da fração *b* (*c*) da MS em função das dietas com níveis de PB no concentrado de 54,30; 42,75; 43,21; 47,76% e 4,7; 4,0; 4,5; 3,7% h⁻¹ (Tabela 5). Esses valores indicam que o acréscimo de compostos

nitrogenados na dieta reduziu tanto a fração potencialmente degradável como a taxa de degradação da fração *b* da MS.

A degradação dos alimentos no rúmen sofre influência dos microrganismos ruminais, bem como da composição da dieta. Assim, dietas que apresentam excesso de compostos nitrogenados e/ou deficiência de energia comprometem o sincronismo entre as fontes de N e energia para o crescimento microbiano e, por consequência, a degradação ruminal dos alimentos (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011). Esse comportamento pôde ser observado no presente estudo, uma vez que a redução da relação CNF:PB prejudicou a síntese de proteína microbiana e, consequentemente, reduziu a degradabilidade da MS do capim Tanzânia.

Os valores da fração *b* e da taxa de degradação da fração *b* observados no presente estudo foram próximos aos encontrados por Simili et al. (2007) estudando a degradabilidade da MS do pastejo simulado do capim Tanzânia.

A DP da MS foi alcançada as 120 horas de incubação no rúmen, a qual apresentou, respectivamente, redução dos valores em função da dieta com níveis de PB no concentrado (65,03; 55,95; 53,45 e 61,42%) (Tabela 5). Esses valores ficaram próximos aos encontrados por Garcez et al. (2016) avaliando a degradabilidade ruminal do capim Colômbia aos 24 e 46 dias pós-rebrota (58,05 e 65,48%, respectivamente).

A degradabilidade potencial representa todo o material que pode ser degradado no rúmen se permanecer nele por tempo suficiente. No presente estudo, a máxima DP alcançada as 120 horas indica que a degradabilidade efetiva (DE) foi reduzida, uma vez que dificilmente o capim permanece por tanto tempo no rúmen. Esse comportamento pôde ser observado, uma vez que os valores de DE da MS foram, respectivamente, em função da dieta com níveis de PB no concentrado de 37,23; 32,59; 30,92 e 34,56%.

A fração não degradável, denominada fração *i* da MS apresentou valores em função da dieta com níveis de PB no concentrado de 34,78; 43,71; 46,36 e 38,03%, respectivamente. Essa fração representa o limite da degradação ruminal da MS do capim Tanzânia as 120 horas de incubação.

Portanto, verifica-se que a dieta com nível de 12,57% PB no concentrado proporcionou o maior valor da fração potencialmente degradável *b*, taxa de degradação da fração *b*, degradabilidade potencial (DP) e menor fração não degradável *i* da MS (54,3%; 4,7% h⁻¹; 65,16% e 34,78%, respectivamente) comparado aos demais níveis, sugerindo que o máximo de disponibilidade dos nutrientes do capim Tanzânia para os microrganismos ruminais ocorreu no suplemento com menor nível de PB.

Tabela 5. Fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c), fração não degradável (i), degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca e proteína bruta para a taxa de passagem de 5% h⁻¹ do capim Tanzânia

Parâmetro	Nível de PB no concentrado				EPM ¹
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%	
MS					
a (%)	10,92	13,54	10,43	14,21	0,94
b (%)	54,30	42,75	43,21	47,76	2,68
c (%/h)	4,70	4,00	4,50	3,70	0,23
i (%)	34,78	43,71	46,36	38,03	2,63
DP ¹ (%)	65,03	55,95	53,45	61,42	2,63
DE ² 5% h ⁻¹	37,23	32,59	30,92	34,56	1,36
PB					
a (%)	38,34	57,77	58,16	56,80	4,82
b (%)	43,96	25,69	25,19	25,45	4,63
c (%/h)	8,50	4,10	5,90	7,20	0,94
i (%)	17,70	16,54	16,65	17,75	0,33
DP ² (%)	82,3	83,27	83,32	82,25	0,31
DE ³ 5% h ⁻¹	66,02	69,35	71,76	71,79	1,36

¹Erro padrão da média; ²DP: degradabilidade potencial; ³DE: degradabilidade efetiva.

A degradabilidade da MS do capim Tanzânia entre os tempos de incubação apresentou comportamento crescente para os níveis 12,57; 14,63; 16,87 e 18,60% PB no suplemento concentrado (Figura 3).

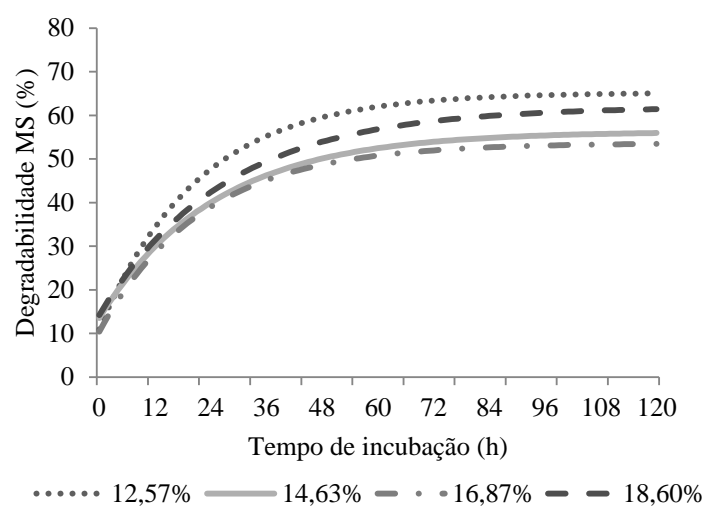


Figura 3. Degradabilidade da matéria seca (DMS) do capim Tanzânia em função das dietas com níveis de PB no concentrado

Na Figura 3, a degradabilidade média da MS do capim em todos os suplementos apresentou-se mais acentuada até às 48 horas de incubação (85,42%), enquanto que, no intervalo de 48 a 120 horas, a DMS média foi de apenas 14,58%. Isso mostra que o bom valor nutritivo do capim, caracterizado por baixos teores de FDN e altos valores de PB, contribuíram para a máxima degradação da MS nas primeiras horas de incubação.

A fração *a* da PB do capim Tanzânia representa o nitrogênio não-proteico composto principalmente por amônia, peptídeos, aminoácidos e nitrato, substâncias que são solúveis no rúmen e rapidamente convertidas em amônia (SOUZA; NOGUEIRA; BATISTA, 2006).

No presente estudo, a fração *a* da PB do capim apresentou, respectivamente, valores de 38,34; 57,77; 58,16; 56,80% (Tabela 5). Essa fração não sofreu influência da dieta com níveis de PB no suplemento, uma vez que as amostras para determinar a fração *a* não são incubadas no rúmen, sendo apenas imersas em água com o intuito de simular o desaparecimento da fração solúvel.

A fração potencialmente degradável (*b*) e a taxa de degradação da fração *b* (*c*) da PB apresentou redução dos valores em função do acréscimo de compostos nitrogenados na dieta (43,96; 25,69; 25,19 a 25,45% e 8,5; 4,1; 5,9; e 7,2% h⁻¹) (Tabela 5). Esse comportamento pode ser explicado, uma vez que a dieta com menor nível de PB apresentou o melhor sincronismo ruminal entre os nutrientes, o qual influenciou no maior crescimento microbiano e, por consequência, maior degradação da PB do capim Tanzânia.

A degradação potencial (DP) da PB, isto é, a degradabilidade máxima da PB do capim as 120 horas de incubação no rúmen apresentou, respectivamente, valores em função da dieta com níveis de PB no concentrado de 82,3; 83,27; 83,32 e 82,25% (Tabela 5). Essa degradação da PB do capim influencia a disponibilidade de compostos nitrogenados no rúmen para o metabolismo microbiano, o qual só é possível quando há disponibilidade ruminal de fontes de carboidratos de degradação rápida capazes de fornecer esqueletos de carbono para estimular a síntese de proteína microbiana.

O nível 12,57% de PB apresentou a menor fração *a* da PB do capim Tanzânia comparado aos demais níveis. Contudo, os valores da DP e da fração *i* mostraram-se próximos, sugerindo que mesmo com menor fração solúvel (*a*), houve o máximo de disponibilidade dos compostos nitrogenados para os microrganismos do rúmen na dieta com menor nível de PB no concentrado.

Assim, a PB do capim Tanzânia sofreu pouca alteração de importância nutricional em sua cinética ruminal com o acréscimo dos níveis crescentes de PB no concentrado, pois os valores das frações *a*, *b* e *c* corroboram com o fracionamento obtido pelo método químico (43,78%, 22,28% e 4,47% h⁻¹, respectivamente).

Conforme a Figura 4, a degradabilidade média da PB em todas as dietas com níveis de PB no concentrado apresentaram-se crescentes até às 48 horas de incubação (98,1%). Esse comportamento deve-se ao fato das forragens adubadas apresentarem elevados teores de NNP, o qual é rico em substâncias solúveis e rapidamente degradadas no rúmen. Isso pode ser verificado, de forma que dos 193 g kg⁻¹ PB do capim Tanzânia utilizados no presente estudo, 138,6 g kg⁻¹, ou seja, 71,8% estavam na forma de PDR e 54,4 g kg⁻¹ como PNDR.

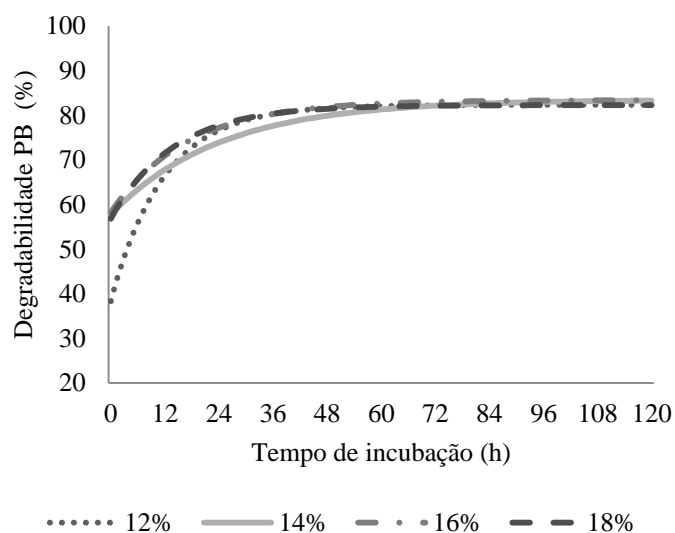


Figura 4. Degradabilidade da proteína bruta (DPB) do capim Tanzânia em função das dietas com níveis de PB no concentrado

Portanto, é possível afirmar que o máximo de disponibilidade da MS e PB do capim Tanzânia para o metabolismo microbiano ocorreu na dieta com menor nível de PB no suplemento concentrado.

CONCLUSÕES

Os parâmetros ruminais de vacas mantidas em pastagem tropical não sofreram efeito das dietas com níveis de proteína no concentrado, com exceção da concentração de N-NH₃ ruminal que apresentou efeito crescente em função do acréscimo de compostos nitrogenados na dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGLE, M. et al. The effects of ruminally degraded protein on rumen fermentation and ammonia losses from manure in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 93, p. 1625–1637, 2010.
- BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 9-21, 2005.
- BARGO, F. et al. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.1-42, 2003.
- BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.1370 –1381, 2003.
- BRODERICK, G. A.; REYNAL, S. M. Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 2822–2834, 2009.
- CASALI, A. O. *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335 – 342, 2008.
- CHANEY, A. L.; MARBACH, E. P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v. 8, p. 130-132, 1962.
- CHAPAVAL, L. et al. Relação volumoso concentrado sobre as concentrações ruminais de amônia, pH e ácidos graxos voláteis em vacas leiteiras mestiças. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 18-28, 2008.
- COSTA, N. L. et al. Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, p. 31-41, 2015.
- DANÉS, M. A. C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante**. 117p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

- DANÉS, M. A. C. et al. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.407 – 419, 2013.
- DETMANN, E. et al. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014.
- DETMANN, E. **Métodos para análises de alimentos**. Visconde do Rio Branco: MG: Suprema, 2012, 214p.
- DETMANN, E. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.1600-1609, 2001.
- DIRKSEN, G. U.; LIEBICH, H. G.; MAYER, E. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *The Bovine Practitioner*, Montreal, v. 20, p. 116-120, 1985. In: MELO, L. Q. **Morfometria ruminal e efeito do pH e do volume da digesta sobre a absorção de ácidos graxos voláteis**. 60 p. Dissertação (Mestrado), UFLA, Lavras, 2007.
- DÓREA, J. R. R.; SANTOS, F. A. P. **Meta-analysis of concentrate supplement effects on voluntary intake in high and low quality pastures**. ADSA, 2014.
- EMBRAPA. **Sistema de produção: Vacas em lactação**, 2016. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/sistemaproducao/book/export/html/256>>. Acesso em: out. 2016.
- GARCEZ, B. S. et al. Degradabilidade ruminal do capim colônia (*Panicum maximum* jacq. cv. colônia) em três idades pós-rebrota. **Acta Veterinária Brasilica**, v.10, p.130-134, 2016.
- HOOVER, W. H.; MILLER-WEBSTER, T. K. Role of sugars and starch in ruminal fermentation. *Proceedings Tri-State Dairy Nutrition Conference*, 1998, Ohio. *Proceedings...* Ohio: Ohio State University, 1998. p. 1-16. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: t'MANNETJE, L. (Ed.). *Measurement of grassland vegetation and animal production*. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p.96-102, 1978.

- LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 437-443, 1977.
- MOTA, M. F. et al. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Revista Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 226, p. 217-224. 2010.
- NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 2001.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J. C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: FAEPE, p.197 – 240, 1997.
- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v. 92, p. 499-503, 1979.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. p. 145-171, 1993.
- PERES, J. R. (2001). O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D. et al. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 30-45, 2001.
- PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.
- QUEIROZ, M. F. S. et al. Metabolism and ruminal parameters of Holstein x Gir heifers fed sugarcane and increasing level of crude protein. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.9, p.2101 – 2109, 2012.
- REYNAL, S. M; BRODERICK, G. A. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 4045-4064, 2005.

- ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its applications to human foods. In: James WP, Theander O (eds), **The Analysis of Dietary Fiber in Food**, Chapter 9, 123 p., 158. Marcel Dekker, New York, 1981.
- SALIBA, E. O.; CAVALCANTI, A. C. **Compêndio de utilização de indicadores do metabolismo animal**. Belo Horizonte, 2013. 352p.
- SANTOS et al. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.
- SANTOS, F. A. P. et al. Suplementação de vacas sob pastejo: considerações técnicas e econômicas visando maior rentabilidade. In: Simpósio internacional sobre produção intensiva de leite, 8. 2007. Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2007. p.249-300.
- SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011. 616p.
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, p. 199-208, 1974.
- SILVA, S. C. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: INTENSIFICAÇÃO DESISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 2009. p. 7-36.
- SIMILI, F. F. et al. Degradabilidade do capim-elefante guaçu e do capim-tanzânia amostrados nas formas de extrusa ou pastejo simulado. **Boletim de Indústria Animal**, v.64, n.4, p.311-319, 2007.
- SIMILI, F. F. et al. Degradabilidade *in situ* do híbrido de sorgo e do capim-tanzânia em vacas suplementadas no outono. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, n.2, p.127-134, 2014.
- SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2. Ed., Viçosa, MG: UFV. 2002, 178p.
- SOARES, J. P. G. Efeito da suplementação de concentrado sobre o consumo de capim-elefante picado, por vacas mestiças. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 22p.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; BATISTA, L. A. R. Avaliação e aplicação de métodos de análise para o fracionamento do nitrogênio em amostras de alimentos para animais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 26p.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. Ed. London. Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p. 176-185, 1999.

WERNER, J. C. et al. **Forrageiras**. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2: ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 263-273. (**Boletim Técnico**, 100).

CAPITULO II

Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado

**Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim
Tanzânia suplementadas com níveis de proteína no concentrado**

Resumo: Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito dos níveis de proteína no concentrado sobre o consumo, a produção e a composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia. Foram utilizadas 12 vacas mestiças Holandês x Gir no terço inicial de lactação, com peso corporal médio inicial de 533 ± 51 kg, agrupadas em grupos homogêneos quanto à produção de leite, período de lactação e paridade, distribuídas em delineamento experimental quadrado latino 4x4. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de proteína bruta (PB) no suplemento concentrado (12,57; 14,63; 16,87; 18,60% PB na matéria seca), utilizando como ingredientes o milho moído, farelo de soja e sal mineral. A quantidade média de 5 kg de suplemento vaca dia⁻¹ foi estabelecida seguindo a relação de 1 kg concentrado na matéria natural para cada 2,5 kg de leite produzidos por dia. O capim Tanzânia foi adubado e apresentou teor médio de PB de 19,3%. O consumo dos nutrientes do pasto e dos concentrados não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre os níveis de PB. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os suplementos e a composição do leite. Houve efeito linear crescente ($P<0,05$) dos níveis de PB no concentrado sobre o nitrogênio ureico do leite (NUL). As exigências de proteína metabolizável de vacas no terço inicial de lactação mantidas em pastagens tropicais produzindo em torno de 25 kg d⁻¹ são atendidas pelo pasto e o concentrando com 12,57% PB.

Palavras-chave: Nitrogênio ureico do leite, suplementação proteica, pastagens tropicais

Production and milk composition of cows maintained on Tanzania grass pasture supplemented with protein levels in the concentrate

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of protein levels in the concentrate on the intake, production and milk composition of cows maintained on Tanzania grass pasture. Twelve crossbred Holstein x Gir cows were used in the initial third of lactation, with a mean initial body weight of 533 ± 51 kg, grouped in homogeneous groups regarding milk production, lactation period and parity. The treatments consisted of four levels of crude protein (CP) in the concentrate supplement (12,57; 14,63; 16,87; 18,60% CP in the dry matter), using as corn ground ingredients, soybean meal and salt mineral. The average amount of 5 kg of cow supplement day⁻¹ was established following the ratio of 1 kg concentrated in the natural material to every 2,5 kg of milk produced per day. Tanzania grass was fertilized and had a mean CP content of 19,3%. The nutrient intake of pasture and concentrate did not show a significant difference ($P>0,05$) between CP levels. There was no significant difference ($P>0,05$) between supplements and milk composition. There was an increasing linear effect ($P<0,05$) of CP levels in the concentrate on milk urea nitrogen (MUN). The metabolizable protein requirements of cows in the initial third of lactation kept in tropical pastures producing around 25 kg day⁻¹ are attended by pasture and concentrating with 12,57% CP

Key words: Milk ureic nitrogen, protein supplementation, tropical pastures

INTRODUÇÃO

As pastagens tropicais são a principal de fonte volumoso para os sistemas de produção de bovinos leiteiros no Brasil. Esse sistema apresenta vantagens em relação aos sistemas confinados, como baixo custo de produção e menor exigência de manejo dos animais, o qual propicia redução do custo operacional e do uso de equipamentos (SANTOS et al., 2003).

Apesar da intensificação dos sistemas de produção de leite a pasto, que possibilita elevada produção de forragem de boa qualidade, o uso do pasto como única fonte de alimento não é capaz de atender a demanda por nutrientes de vacas para médias e altas produções. Assim, faz-se necessária a utilização da suplementação para incrementar a produção e aumentar a eficiência produtiva (SILVA, et al. 2015).

Contudo, nos sistemas de produção de leite, é comum o uso de suplementos concentrados com alto teor de proteína bruta (PB). Comercialmente no Brasil, os concentrados fornecidos para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais variam de 16 a 24% de PB na matéria natural (DANÉS, 2010).

O excesso de proteína na dieta de vacas aumenta o custo de produção, uma vez que a proteína é um nutriente oneroso na formulação de dietas, bem como propicia um impacto ambiental através do aumento da excreção de nitrogênio (N) no ambiente. Esse excesso de PB dietética torna os animais menos eficientes no uso dos nutrientes, pois aumenta a demanda por energia, uma vez que são necessárias 13,3 kcal de energia digestível para excretar um grama de N (BRODERICK, 2003).

Sendo assim, a nutrição proteica de vacas leiteiras tem grande relevância em virtude de sua influência direta na produção de leite, na reprodução animal e no custo da alimentação (DANÉS, 2010).

Deste modo, é fundamental a avaliação na prática o que as simulações teóricas têm mostrado em relação ao aporte de proteína metabolizável na dieta de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais. Além disso, os modelos de predição de consumo foram desenvolvidos para animais em confinamento, sendo necessários estudos acerca do teor ótimo de proteína em dietas para vacas leiteiras mantidas em pastagens de gramíneas tropicais manejadas intensivamente.

Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito dos níveis de proteína no concentrado sobre o consumo, a produção e a composição do leite de vacas mantidas em pastagem de capim Tanzânia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura Leiteira e Laboratório de Análises de Produtos de Origem Animal e Vegetal (LAPROVA) pertencentes ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo (latitude de 20°43'05"S; longitude 48°32'38"W).

As condições climáticas do local no período que foi realizado o experimento estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Condições climáticas observadas durante o período experimental

		Mar/2015	Abr/2015	Mai/2015	Jun/2015
Temperatura (°C)	Média	24,93	23,41	20,24	20,64
	Máxima	30,85	29,70	26,41	27,76
	Mínima	19,0	17,13	14,07	13,52
Precipitação (mm)		68,4	97,1	67,0	7,9
Dias de chuva		2	6	9	2

Fonte: CIIAGRO - Centro integrado de informações agrometeorológicas

O período experimental teve duração de 84 dias, dividido em quatro períodos de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta, durante os quais foram avaliados a produção e a composição do leite de vacas recebendo níveis de proteína no suplemento concentrado.

Foram utilizadas 12 vacas mestiças Holandês x Gir no terço inicial de lactação, com média de 73 ± 48 dias em lactação, pertencentes ao rebanho leiteiro do Pólo Regional da Alta Mogiana, com peso corporal médio inicial de 533 ± 51 kg, agrupadas em grupos homogêneos quanto à produção de leite, período de lactação e paridade, distribuídas em delineamento experimental quadrado latino 4x4 triplo.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de proteína bruta no suplemento concentrado (12,57; 14,63; 16,87 e 18,60% PB na MS), utilizando como ingredientes o milho moído, farelo de soja e sal mineral, formulados e balanceados de acordo com NRC (2001) para atender as exigências de vacas não gestantes, no terço inicial da lactação, com 500kg de peso corporal e produção de 25 kg leite dia⁻¹ com 3,5% de gordura (Tabela 2).

A quantidade de suplemento fornecido as vacas em lactação foi de 5 kg por vaca dia (MS), a qual foi estabelecida seguindo a relação de 1 kg concentrado na matéria natural para cada 2,5 kg de leite produzidos por dia, além dos 10 kg leite dia⁻¹ que o

pasto pôde suportar, seguindo recomendação da EMBRAPA (2016). Essa recomendação foi estabelecida em razão das vacas estarem no terço inicial da lactação, uma vez que nessa fase os animais precisam consumir uma dieta que permita maior ingestão de nutrientes.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes expressos kg/100 kg com base na matéria natural, teores de nutrientes e frações nitrogenadas do capim Tanzânia e dos suplementos

Ingrediente	Nível de PB no concentrado				Capim Tanzânia
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%	
Milho moído	87,6	82,4	77,4	72,4	-
Farelo de soja	8,4	13,6	18,6	23,5	-
Sal mineral ¹	4,0	4,0	4,0	4,0	-
Teores de nutrientes (g/kg)					
MS	884,8	885,8	887,2	889,2	239,6
MM	90,7	95,2	95,9	99,4	86,4
PB	125,7	146,3	168,7	186,0	193,0
PDR	86,7	110,4	130,3	149,8	138,6
EE	81,1	79,4	74,8	73,0	35,1
FDNcp	98,0	95,8	98,9	112,2	541,9
FDNi	24,2	23,0	24,1	27,9	133,4
FDA	36,6	41,1	43,0	47,0	319,3
CHOT	702,4	679,1	660,5	641,1	685,4
CNF	604,4	583,3	561,7	529,0	143,5
LIGN	21,4	21,6	22,3	27,5	35,0
NDT	660,9	639,2	615,3	563,7	698,7*
Fracionamento dos compostos nitrogenados (%NT)					
A	26,42	27,34	28,14	30,37	43,78
B1+ B2	59,66	52,20	55,15	51,70	22,28
B3	8,85	12,81	9,58	10,14	29,47
C	5,07	7,65	7,14	7,80	4,47

¹Composição da mistura mineral (níveis de garantia): Cálcio (190 g/kg); Fósforo (60 g/kg); Enxofre (20 g/kg); Magnésio (20 g/kg); Potássio (35 g/kg); Sódio (70 g/kg); Cobalto (15 mg/kg); Cobre (700 mg/kg); Iodo (40 mg/kg); Manganês (1600 mg/kg); Selênio (19 mg/kg); Zinco (2500 mg/kg); Flúor (600 mg/kg) e Ferro (700 mg/kg); ²MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; PDR: proteína degradável no rúmen; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; CHOT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; LIGN: lignina; NDT: nutrientes digestíveis totais; NT: nitrogênio total; *NDT estimado através de fórmula do NRC (2001).

O fornecimento do suplemento concentrado foi realizado individualmente em baias cobertas, providas de cocho e bebedouro, com área de 12,5 m², a partir do

fracionamento em duas porções de mesmo peso, os quais foram ofertados às 7h e 16h, após a ordenha da manhã e da tarde, respectivamente.

As vacas em lactação foram mantidas em área experimental composta de 24 piquetes não irrigados de 0,175 ha formados com capim Tanzânia (*Panicum maximum*) manejados em sistema de pastejo intermitente, os quais foram adubados durante todo o período experimental.

A adubação nitrogenada foi realizada durante todo o ciclo de pastejo, após a saída dos animais dos piquetes. Foram utilizados 50 kg de N ha⁻¹ ciclo de pastejo, visando permitir uma lotação de 8 a 10 UA ha⁻¹ durante o período experimental. A adubação com outros nutrientes foi feita em função da análise de solo conforme proposto por Werner et al. (1997).

O período médio de ocupação de cada um dos 24 piquetes foi de 1 dia, de forma que o acesso dos animais ao piquete ocorreu quando o dossel forrageiro atingiu 95% de interceptação luminosa (SILVA, 2009), o que equivale a 70 cm de altura de entrada para o capim Tanzânia. Todos os animais experimentais pastejaram a mesma área em grupo único, e animais extras do rebanho realizaram o pastejo de repasse para manter resíduo pós - pastejo ao redor de 30 cm, quando necessário, para manter a uniformização do crescimento das plantas.

Para estimativa do valor nutritivo da forragem, foram coletadas amostras do capim no momento da entrada nos piquetes, durante o período de coleta, pelo método de simulação do pastejo. Esse método consiste na coleta manual da forragem após prévia observação do hábito de pastejo dos animais, sendo realizado sempre pelos mesmos observadores conforme descrito por Johnson (1978).

As amostras do pastejo simulado foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas para secagem, assim como as amostras dos ingredientes e dos suplementos concentrados fornecidos, foram armazenadas para posteriores análises.

O óxido de cromo (Cr₂O₃) foi utilizado como marcador externo para determinação da produção total de fezes para estimativa de consumo de forragem. Durante 10 dias, foram administrados via oral 10 g de óxido de cromo, divididos em dois fornecimentos, às 7 e 16 horas, entre 9° até 18° dia do período de coleta.

As coletas de fezes foram realizadas por defecação espontânea ou diretamente na ampola retal duas vezes ao dia, às 7 e 16 horas, entre 15° até 18° dia do período de coleta. As amostras de fezes foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas e, posteriormente, processadas em moinho com peneiras de porosidade 1

mm, onde foi feita uma composta por animal por período para posteriores análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e concentração de cromo nas fezes.

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) do pasto foi realizada conforme Saliba & Cavalcanti (2013), a partir da produção de matéria seca fecal, determinada por meio do marcador externo óxido de cromo, e dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), determinada com o uso do marcador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

Para determinação da FDNi, 0,5 g de amostras dos ingredientes, dos suplementos concentrados, capim Tanzânia e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido - 100 g/m²), confeccionados com as dimensões 5x5 cm. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS/cm² (NOCEK, 1997), e incubadas no rúmen, em duplicata, por 240 horas, conforme método descrito por Casali et al. (2008). Após esse período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente até o total clareamento e, posteriormente, submetidos à secagem em estufa de circulação forçada. Após este procedimento, os sacos foram submetidos à solução de detergente neutro conforme método de Van Soest et al. (1991) para determinação da FDNi.

O controle leiteiro foi realizado durante todo o período experimental, através de ordenha mecânica, duas vezes ao dia, às 6h e às 15h, em que levou-se em consideração apenas a produção de leite entre 17° até 21° dia do período de coleta. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (LCG) segundo fórmula de Sklan et al., (1992), onde $LCG = (0,432 + 0,1625 \times \text{teor de gordura do leite}) \times (\text{kg de leite})$.

As amostras de leite foram coletadas em tubos de aproximadamente 100 mL contendo 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol, sendo a amostragem realizada em três ordenhas de cada período experimental, as quais metade da amostra consistia de leite da ordenha da tarde e metade da ordenha da manhã. Essas amostras foram homogeneizadas e armazenadas em geladeira a 15°C por 24h para posteriores análises.

Foram realizadas análises de gordura, proteína, caseína, lactose e sólidos totais pelo método de absorção infravermelha, utilizando-se equipamento Bentley 2000® (BENTLEY, 1995a) e nitrogênio ureico no leite (mg dL⁻¹), pelo método enzimático espectrofotométrico no equipamento ChemSpeck 150® (BENTLEY, 1995b), os quais foram realizadas pelo Laboratório Clínica do Leite da ESALQ-USP.

As amostras do capim Tanzânia, dos concentrados, dos ingredientes e das fezes foram quantificadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com Silva & Queiroz (2002).

As avaliações quanto às concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas de acordo com métodos de Robertson & Van Soest (1981) e Van Soest et al. (1991), através do acondicionamento de amostras do capim Tanzânia, dos suplementos concentrados, dos ingredientes e das fezes em sacos de tecido não - tecido (TNT - 100 g/m²) com dimensões de 5x5 cm, respeitando-se a proporção de 20 mg MS/cm² de superfície.

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados segundo Licitra et al. (1996), e a lignina em ácido sulfúrico a 72%, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002).

Os teores de carboidratos totais (CHO), $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, e de carboidratos não fibrosos (CNF), $CNF = 100 - \%MM - \%EE - \%FDN_{cp} - \%PB$, foram calculados segundo Sniffen et al. (1992) e Detmann et al. (2012), respectivamente.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT), $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + (EED \times 2,25)$, em que: PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; EED = extrato etéreo digestível, foram calculados segundo Weiss (1999), em que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca foram determinados com o uso do FDNi.

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado conforme Licitra et al. (1996).

A determinação do cromo nas fezes foi realizada segundo Detmann et al. (2012).

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e decomposição ortogonal da soma de quadrados de tratamento em efeitos de ordem linear e quadrática.

Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio de programa SAS adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade do erro tipo I, de acordo com o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + L_i + C_j + T_k + P_m + Q_k + A(Q)l + \epsilon_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = é a observação geral relativa ao k-ésimo tratamento, i-ésima linha, j-ésima coluna; q-ésimo quadrado latino; l-ésimo animal dentro de quadrado latino; e m-ésimo período; μ = média geral; L_i = é o efeito da linha (i), $i = 1, 2, 3, 4$; C_j = é o efeito da coluna (j), $j =$

1, 2, 3, 4; T_k = é o efeito do nível de PB (k), $k = 1, 2, 3, 4$; P_m = efeito do período (m), $m = 1, 2, 3, 4$; Q_k = efeito do quadrado latino (q), $q = 1, 2, 3, 4$; $A(Q)l$ = efeito do animal (l) dentro de cada quadrado latino, $l = 1, 2, 3, 4$; ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve variação ($P > 0,05$) para o consumo de matéria seca (CMS) da dieta total, do capim Tanzânia, do suplemento, da fibra em detergente neutro (CFDN) do capim Tanzânia e o consumo de nutrientes totais entre os níveis de PB no concentrado (Tabela 3). Essa resposta indica que mesmo havendo maior disponibilidade de nitrogênio (N) no rúmen, em virtude dos níveis de PB no suplemento concentrado, não houve aumento no consumo de forragem.

O incremento de compostos nitrogenados na dieta de vacas proporciona acúmulo de nitrogênio ruminal devido a ampliação da degradação da proteína, bem como pela ausência de dreno do excesso de N ruminal para síntese de proteína microbiana e/ou absorção ruminal. Assim, a utilização do excesso de N no rúmen depende da disponibilidade de fontes de carboidratos rapidamente fermentáveis na dieta capazes de fornecer esqueletos de carbono para estimular síntese de proteína microbiana (NOCEK; RUSSELL, 1998).

Recomendações sugerem que os carboidratos não fibrosos (CNF) presentes em dietas para vacas produzindo entre 21 a 29 kg dia^{-1} sejam entre 34 a 36% da dieta com base na matéria seca (MS) (HOOVER; MILLER-WEBSTER, 1998). No entanto, os teores de CNF da dieta observados nesse estudo variaram de 26,34 a 28,90%, ficando abaixo dos valores sugeridos. Logo, acredita-se que os suplementos apresentaram deficiência de CNF, os quais foram insuficientes em favorecer a captação de N ruminal para síntese microbiana.

Quando há deficiência de CNF na dieta, o sincronismo entre N e energia é comprometido, prejudicando o crescimento microbiano que restringe o consumo de matéria seca, em virtude da redução da taxa de passagem no rúmen. Esse efeito pôde ser verificado no presente estudo, o qual apresentou valores médios do CMS total de 16,02 kg dia^{-1} e de 2,97 %PC (Tabela 3), ficando abaixo dos valores recomendados pelo NRC (2001), que sugere através de estimativa o CMS total de 20,08 kg dia^{-1} representando 3,2% PC para vacas na 12ª semana de lactação produzindo em torno de 25 kg dia^{-1} .

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS) da dieta total, do capim Tanzânia, do suplemento, da fibra em detergente neutro (CFDN) do capim Tanzânia e o consumo de nutrientes totais da dieta em função dos níveis de PB no suplemento concentrado

	Nível de PB no concentrado				EPM ¹	Valor <i>p</i>
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%		Trat.
CMS total						
kg d ⁻¹	16,13	16,39	15,55	16,02	0,175	0,7257 ^{ns}
g kg ^{0,75}	144,08	145,69	139,95	142,80	1,515	0,9504 ^{ns}
% PC ²	2,99	3,02	2,91	2,96	0,031	0,6052 ^{ns}
CMS capim						
kg d ⁻¹	11,37	11,18	10,27	11,03	0,242	0,3837 ^{ns}
g kg ^{0,75}	101,61	99,21	92,74	98,25	2,157	0,9654 ^{ns}
% PC ²	2,11	2,06	1,93	2,04	0,045	0,9600 ^{ns}
CFDN capim						
kg d ⁻¹	7,19	7,07	6,49	6,97	0,153	0,8319 ^{ns}
% PC ²	1,33	1,30	1,22	1,24	0,023	0,8931 ^{ns}
CMS suplemento						
kg d ⁻¹	4,75	5,20	5,28	4,99	0,118	0,8505 ^{ns}
g kg ^{0,75}	42,46	46,49	46,99	44,39	1,040	0,8325 ^{ns}
% PC ²	0,88	0,97	0,97	0,92	0,021	0,8254 ^{ns}
Consumo de nutrientes totais						
CMO (kg d ⁻¹)	14,71	14,92	14,15	14,59	0,162	0,7145 ^{ns}
CPB (kg d ⁻¹)	2,79	2,92	2,99	3,06	0,066	0,2641 ^{ns}
CEE (kg d ⁻¹)	0,78	0,81	0,76	0,75	0,013	0,6335 ^{ns}
CFDN (kg d ⁻¹)	7,76	7,70	7,15	7,66	0,142	0,4044 ^{ns}
CFDNi (kg d ⁻¹)	1,63	1,61	1,50	1,59	0,030	0,4044 ^{ns}
CCHOT (kg d ⁻¹)	11,13	11,20	10,53	10,76	0,159	0,5088 ^{ns}
CCNF (kg d ⁻¹)	4,50	4,64	4,33	4,22	0,092	0,6528 ^{ns}
CNDT (kg d ⁻¹)	10,66	10,47	9,57	9,03	0,384	0,8346 ^{ns}
Relação V : C	71 : 29	68 : 32	66 : 34	69 : 31	-	-
% PB dieta	17,32	17,82	18,47	18,97	-	-
% CNF dieta	27,90	28,90	27,83	26,34	-	-
Relação CNF : PB	1,61	1,59	1,45	1,38	-	-

¹Erro padrão da média; ²Peso corporal; CMS = consumo de matéria seca, CMO = consumo de matéria orgânica, CPB = consumo de proteína bruta, CEE = consumo de extrato etéreo, CFDN= consumo de fibra em detergente neutro, CFDNi= consumo de fibra em detergente neutro indigestível, CCHOT = consumo de carboidratos totais (CHOT), CCNF = consumo de carboidratos não-fibrosos (CNF), CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Assim, o fornecimento insuficiente de CNF em dietas contendo elevadas concentrações de PDR pode ocasionar baixa eficiência de utilização das fontes proteicas disponíveis no rúmen. Segundo Santos et al. (1998), vacas alimentadas com dietas ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen seriam capazes de utilizar fontes proteicas ricas em PDR com maior eficiência.

Dessa forma, o CMS do pasto também não aumentou apresentando valores de 10,96 kg dia⁻¹ e 2,04 %PC (Tabela 3), corroborando com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2014) estudando o efeito de níveis de concentrado e proteína em dietas de vacas mantidas em pasto de capim Tanzânia.

O consumo de pasto está relacionado ao teor de FDN da forragem, uma vez que o excesso de fibra propicia o enchimento do rúmen, limitando a ingestão de matéria seca (IMS). Assim, o conteúdo de FDN tem sido considerado o melhor componente da forragem para prever a IMS em ruminantes (ALLEN, 2000; SILVA, 2011).

O teor médio de 63,23% de FDN da forragem, observado nesse estudo, está próximo ao valor máximo de FDN sugerido para que o consumo de pasto não seja comprometido (PIMENTEL et al. 2011). Baseado nisso, verifica-se que o CMS do pasto não foi limitado pela qualidade da forragem.

Além disso, o CFDN do pasto entre os níveis de PB não variou, apresentando valores médios de 6,93 kg dia⁻¹ representando consumo de 1,27% PC (Tabela 3). Esses valores estão de acordo com recomendações de Mertens (1994), o qual sugere que o consumo de FDN para vacas leiteiras seja próximo a 1,2% do PC para que CMS do pasto não seja comprometido.

Portanto, o CMS do pasto no presente estudo, não foi limitado pelo valor nutricional da forragem, mas provavelmente, por falta de sincronismo entre N e energia da dieta, uma vez que a relação CNF : PB decresceu em virtude do incremento de compostos nitrogenados na dieta. Logo, é possível que o desbalanço entre os carboidratos e a proteína dietética prejudicou o crescimento microbiano e restringiu o consumo de matéria seca, em razão da redução da taxa de passagem no rúmen.

A produção de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de PB no suplemento concentrado. Essa resposta era esperada, uma vez que não houve variação do consumo de forragem em função dos níveis de PB no concentrado.

A ingestão de alimento permite o fornecimento da quantidade de nutrientes necessária para atender as exigências de manutenção e produção em vacas de leite (NRC, 2001). Segundo Hoffman et al. (1993), o consumo de matéria seca da forrageira é um dos principais fatores que influenciam a produção de leite em animais a pasto.

O consumo de MS é impulsionado pelo fornecimento de CNF na dieta, o qual proporciona efeitos positivos na produção de leite (BRODERICK, 2006). No presente

estudo, acredita-se que a deficiência de CNF na dieta limitou o CMS, e portanto, não incrementou a produção de leite.

Tabela 4. Produção e composição de leite em função dos níveis de PB no concentrado

Parâmetro	Nível de PB no concentrado				EPM ²	Valor <i>p</i> Trat.
	12,57%	14,63%	16,87%	18,60%		
Produção de Leite (kg d ⁻¹)	23,53	24,76	24,90	24,08	0,317	0,8733 ^{ns}
LCG ¹ (kg d ⁻¹)	23,82	25,40	25,35	24,50	0,378	0,7482 ^{ns}
Gordura (%)	3,61	3,75	3,66	3,63	0,031	0,7360 ^{ns}
Gordura (g d ⁻¹)	840	905	898	868	14,90	0,6611 ^{ns}
Proteína (%)	3,13	3,16	3,13	3,14	0,007	0,7762 ^{ns}
Proteína (g d ⁻¹)	733	773	768	749	9,20	0,8500 ^{ns}
Caseína (%)	2,39	2,41	2,40	2,42	0,006	0,8693 ^{ns}
Caseína (g d ⁻¹)	558	589	590	575	7,38	0,8262 ^{ns}
Lactose (%)	4,40	4,43	4,46	4,41	0,013	0,6406 ^{ns}
Lactose (g d ⁻¹)	1.041	1.103	1.115	1.063	17,12	0,8437 ^{ns}
Sólidos Totais (%)	12,13	12,34	12,24	12,16	0,049	0,4992 ^{ns}
Sólidos Totais (g d ⁻¹)	2.845	3.030	3.027	2.916	45,01	0,7836 ^{ns}
NUL ⁴ (mg dL ⁻¹)	14,01	14,64	16,20	17,20	0,727	<0,0001 ³

¹Leite corrigido para 3,5% de gordura; ²Erro padrão da média; Equação de regressão: ³y = 0,5565x + 7,1639 e R² = 0,9778; ⁴Nitrogênio ureico do leite.

A média da produção de leite observada em função dos suplementos foi de 24,32 kg dia⁻¹, valor superior aos observados em outros estudos avaliando o efeito dos teores de PB no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais (VOLTOLINI et al., 2008; PEREIRA et al., 2009; DANÉS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014). Essa resposta pode estar relacionada a qualidade da forragem, bem como ao potencial produtivo dos animais utilizados nesse estudo que apresentavam média de produção de leite de 25 kg dia⁻¹, contra média de 17 kg dia⁻¹ dos trabalhos citados.

Portanto, em razão de não ter ocorrido incremento na produção de leite em função dos níveis de PB no suplemento concentrado, é possível afirmar que as exigências de proteína metabolizável das vacas no terço inicial de lactação mantidas em pastagens tropicais produzindo em torno de 25 kg dia⁻¹ foram atendidas pelo pasto e o concentrando com 12,57% PB. Essa resposta deve estar associada ao manejo intensivo da pastagem, que proporcionou um pasto com teor de 19,3% PB.

O tratamento com nível de 12,57% PB no concentrado associado ao pasto proporcionou dieta com 17,16% PB. Esse valor está acima do recomendado pelo NRC (2001), que sugere nível de 14,1% PB para dietas de vacas no terço inicial da lactação produzindo entre 20 e 30 kg dia⁻¹.

O teor de gordura e a produção de gordura no leite não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB no suplemento concentrado. Essa resposta indica que não houve deficiência de PDR capaz de limitar a atividade dos microrganismos e, assim, prejudicar a digestão da fibra.

O teor de gordura no leite é fortemente influenciado pela quantidade de FDN presente na dieta de vacas, em razão do estímulo a mastigação para manter o fluxo de saliva e, conseqüentemente, um pH ruminal favorável ao desenvolvimento das bactérias fibrolíticas. Essas bactérias degradam, principalmente, carboidratos fibrosos e geram ácido acético, precursor da gordura do leite (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011).

Os valores médios do teor e da produção de gordura no leite foram de 3,66% e 877,75 g dia⁻¹, respectivamente. Esse valor do teor de gordura está próximo a média de 3,70% observada em vacas da raça Holandês, uma vez que da variação na composição do leite, 55% é devido a hereditariedade e 45% está ligado a fatores ambientais, como a alimentação (GRANT, 2007).

O teor de proteína e a produção de proteína no leite não variou ($P>0,05$) em função dos níveis de PB no suplemento. Esse resultado era esperado, uma vez que o teor de proteína da dieta tem pouca influência na concentração de proteína do leite.

A maior parte da proteína metabolizada por vacas de leite a pasto é de origem microbiana (60-75%), o qual fornece a principal fonte de aminoácidos essenciais para ruminantes (PERES, 2001). Esses aminoácidos são extraídos do sangue para serem utilizados pelas células epiteliais da glândula mamária para sintetizar as proteínas do leite. Assim, a deficiência de um único aminoácido pode impedir a síntese das proteínas, de tal forma que a produção de leite possa ser comprometida (HEINRICHS; JONES; BAILEY, 2016).

Contudo, a suplementação extra de proteína dietética, independentemente da degradabilidade ruminal, não garante incremento na concentração de proteína do leite, em razão do perfil de aminoácidos que chega a glândula mamária não refletir o que entra pela dieta (PERES, 2001; BEQUETTE; NELSON, 2006).

O maior responsável pelo incremento do teor de proteína no leite é o aumento da densidade energética da dieta, uma vez que a fermentação ruminal é desviada para maior produção de propionato. Esse ácido graxo entra na gliconeogênese hepática onde é convertido a glicose, principal molécula que fornece energia para síntese das proteínas do leite (GONZÁLEZ; CAMPOS, 2003).

Assim, como nesse estudo não houve aumento da densidade energética da dieta resultante do superalimentação com concentrado, os valores de proteína não foram afetados variando de 3,14% e 756 g dia⁻¹ (Tabela 3).

Danés et al. (2013) e Oliveira et al. (2014) estudando a produção e a composição do leite de vacas recebendo teores de proteína em pastagem tropical, tal qual esse estudo, não observaram efeito dos teores sobre a produção, o teor de proteína e gordura do leite.

A composição proteica do leite reúne várias proteínas específicas, dentre as quais a caseína é a mais importante, pois compreende cerca de 85% das proteínas lácteas. Essa proteína é o principal componente do leite responsável pelo rendimento na indústria láctea (GONZÁLEZ; CAMPOS, 2003).

Assim, o teor de caseína no leite observado no presente estudo não variou ($P>0,05$) em função dos tratamentos, apresentando valores de 2,40% e 578 g dia⁻¹. Porém, pouco se sabe sobre os fatores nutricionais que podem afetar a concentração de caseína no leite, o que se sabe é que alguns fatores como carência alimentar severa, afecções graves da integridade hepática, parasitismos ou afecções inflamatórias da glândula mamária podem reduzir a secreção dessa proteína no leite (PERES, 2001).

Bem como os demais componentes, os teores de lactose, e consequentemente, sólidos totais não variaram ($P>0,05$) em função dos níveis de proteína no concentrado.

Os níveis crescentes de PB no concentrado provocaram o aumento ($P<0,05$) na concentração de nitrogênio ureico do leite (NUL), uma das vias de excreção do excesso de N em vacas de leite.

O excesso de proteína ou a deficiência de energia na dieta provoca o acúmulo de nitrogênio ruminal na forma de amônia. Quando esse nitrogênio ultrapassa a capacidade de captura pelos microrganismos para síntese de proteína microbiana, parte dele é absorvido pelo epitélio ruminal, o qual é lançado na corrente sanguínea contribuindo para o aumento na concentração de nitrogênio ureico do plasma (NUP). Esse nitrogênio é transportado até o fígado onde é convertido em ureia, podendo ser reciclado via parede ruminal e saliva ou encaminhado para os rins onde é excretado na urina (PERES, 2001; DANÉS, 2010).

No entanto, o excesso de uréia no plasma estimula sua absorção pela glândula mamária, influenciando em maiores teores de nitrogênio ureico do leite (NUL). Essa molécula no leite é um indicador de excesso, ou ainda da utilização ineficiente do nitrogênio dietético (BRODERICK; HUHTANEN, 2007).

Os valores médios de NUL observados nesse estudo foram de 14,01; 14,64; 16,20 e 17,20 mg dL⁻¹ (Tabela 3), respectivamente. Esses valores mostram que o nível 12,57 e 14,63% PB estavam dentro do intervalo de referência para NUL preconizados pela literatura que variam de 10 a 16 mg dL⁻¹ (JONKER et al., 1998). Enquanto que, os valores de NUL observados no nível 16,87 e 18,6% PB no concentrado, excederam o valor máximo de 16 mg dL⁻¹.

Contudo, os intervalos recomendados para NUL devem ser avaliados com cautela, uma vez que o NUL sofre influência da genética, nível de produção, estágio de lactação, manejo do rebanho e da época do ano (BRODERICK; HUHTANEN, 2007).

De acordo com a Figura 1, é possível observar que os valores de NUL apresentam um comportamento linear crescente ($P < 0,05$), em razão dos níveis de PB no suplemento concentrado. Esse efeito está relacionado a extensão da degradação da proteína dietética no rúmen, a qual estimula produção de N amoniacal no rúmen e, consequentemente, maior excedente de nitrogênio ureico no leite.

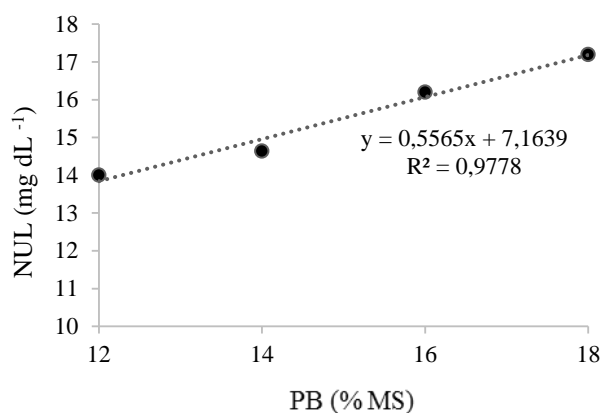


Figura 1. Nitrogênio ureico do leite (NUL) em função dos níveis de PB no suplemento

O excesso de nitrogênio ureico no leite é indicio de deficiência de CNF ou energia na dieta, a qual não foi capaz de captar o N ruminal excedente da degradação da proteína. Logo, altas concentrações de NUL são resultado de vários fatores nutricionais, incluindo não somente o excesso de proteína, mas também a quantidade inadequada de energia ou excesso de proteína degradável no rúmen (JONKER et al., 1998).

Logo, é possível constatar que o suplemento concentrado com mais de 12,57% PB não proporcionou melhoria na composição do leite de vacas recebendo níveis de PB

no suplemento concentrado. O acréscimo de PB dietética, acima desse nível, proporcionou maior excreção de N no ambiente, na forma de NUL.

CONCLUSÕES

As exigências de proteína metabolizável de vacas no terço inicial de lactação mantidas em pastagens tropicais produzindo em torno de 25 kg dia⁻¹ são atendidas pelo pasto e o suplemento concentrando com 12,57% PB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1598, 2000.
- BENTLEY. Bentley 2000: Operator`s manual. Chasca. 1995a.
- BENTLEY. Somacount 500: Operator`s manual. Chasca. 1995b.
- BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.1370–1381. 2003.
- BRODERICK, G. A. **Improving nitrogen utilization in the rumen of the lactating dairy cow**. Florida Ruminant Nutrition Symposium, Best Western Gateway Grand, Gainesville FL, 2006.
- BRODERICK, G.; HUHTANEN, P. Application of milk urea nitrogen values. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 2007. Syracuse **Proceedings...** Syracuse, 2007. p. 185-193.
- CASALI, A. O. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335 – 342, 2008.
- DANÉS, M. A. C. et al. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.407 – 419, 2013.
- DANÉS, M. A. C. **Teor de proteína no concentrado de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim elefante**. 117p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.
- DETMANN, E. **Métodos para análises de alimentos**. Visconde do Rio Branco: MG: Suprema, 2012, 214p.

EMBRAPA. Embrapa Gado de Leite, **Sistemas de produção de leite**. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/alimentacao3.html>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

GRANT, R. **Feeding to Maximize Milk Protein and Fat Yields**. Published by Univesity of Nebraska- Lincoln Extension, Institute os Agriculture and Natural Resources, 2007.

GONZÁLEZ, F. H. D., CAMPOS, R. Indicadores metabólico-nutricionais do leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D., CAMPOS, R. (eds.): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.31-47, 2003.

HEINRICHS, J.; JONES, C.; BAILEY, K. **Milk components: understanding the causes and importance of milk fat and protein variation in your dairy herd**. Disponível em: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/diet-formulation-and-evaluation/milk-components-understanding-the-causes-and-importance-of-milk-fat-and-protein-variation-in-your-dairy-herd>. Acesso em: Out. 2016.

HOFFMAN, K. et al. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.2651-2663, 1993.

HOOVER, W.H.; MILLER-WEBSTER, T.K. Role of sugar and starch in ruminal fermentation. In: **Proceedings...** Tri-State Dairy Nutrition Conference, Wayne. IN. The Ohio State University, OH. 1998.

JONKER J.S. et al. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.2681–2692,1998.

JOHNSON, A. D. **Sample preparation and chemical analysis of vegetation**. In: t'MANNETJE, L. (Ed.). Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 96-102, 1978.

LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

MERTENS, D.R. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Wisconsin: 1994. p.450-493.

- NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 2001.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: FAEPE, p.197 – 240, 1997.
- NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.
- OLIVEIRA, A. G. et al. Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado e proteína bruta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3287-3304, 2014
- PEREIRA, F. R. et al. Teores de proteína para vacas lactantes em pastejo de capim Tanzânia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 5, p.1139–1147, 2009.
- PERES, J. R. (2001). O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D. et al. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 30-45, 2001.
- PIMENTEL, J. J. O. et al. Teores de proteína bruta no concentrado e níveis de suplementação para vacas leiteiras em pastagens de capim-braquiária cv. Marandu no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 418-425, 2011.
- ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its applications to human foods. In: James WP, Theander O (eds), **The Analysis of Dietary Fiber in Food**, Chapter 9, 123 p., 158. Marcel Dekker, New York, 1981.
- SALIBA, E. O.; CAVALCANTI, A. C. **Compêndio de utilização de indicadores do metabolismo animal**. Belo Horizonte, 2013. 352p.
- SANTOS, F. A. P. et al. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, 5., 2003, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.

- SANTOS, F.A.P. et al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2011, 616p.
- SILVA, J. A. et al. Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. **PubVet**, v. 9, n. 3, p. 150-157, 2015.
- SILVA, S. C. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: Intensificação de sistemas de produção animal em pasto, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 2009. p. 7-36.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2002. 235p
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.
- SKLAN, D. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n.9, p. 2463-2472, 1992.
- VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.
- VOLTOLINI, T. V. et al. Metabolizable protein supply according to the NRC (2001) for dairy cows grazing elephant grass. **Scientia Agricola**, v 65, p.130–138, 2008.
- WERNER, J.C. et al. **Forrageiras**. In: RAIJ, B. VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2: ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. p.263-273.(Boletim Técnico, 100).
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.